

2024 年度

青森県産業技術センター
内水面研究所
事業報告

2026 年 5 月

地方独立行政法人 青森県産業技術センター
内水面研究所

2024年度 青森県産業技術センター内水面研究所 事業報告

目 次

養 殖 技 術 部

1	養殖衛生管理体制整備事業	1
2	魚類防疫支援事業	4
3	十和田湖資源生態調査事業	7
4	資源管理基礎調査事業（ワカサギ、シラウオ）	18
5	「青い森 紅サーモン」生産力強化事業	21
6	海面養殖サーモン一大産地化プロジェクト事業	31
7	サーモンの養殖技術に関する試験・研究開発	36
8	内水面研究所の飼育施設で使用された水量	39

調 査 研 究 部

9	シジミの安定的再生産に資する効果的な資源管理・増殖手法に関する試験・研究開発事業 加入の成否に関与する因子の把握	42
	夏季における貧酸素耐性の把握	47
	小川原湖におけるヤマトシジミ生残試験	49
10	資源管理基礎調査事業（ヤマトシジミ）	52
11	「つくる、育てる、稼げる」あおもりの漁業創出事業（サケ） 半循環型サケ卵管理システム実証試験	54
	野生親魚を利用したサケ稚魚の生産放流試験	59
12	さけ・ます資源増大対策調査事業（サケ）	62
13	さけ・ます資源増大対策調査事業（サクラマス） サクラマス0+秋放流魚追跡調査	74
	サクラマス幼魚回遊生態調査	76
	サクラマス増殖実態調査	77
14	サクラマス資源評価調査	81
15	ニホンウナギの資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業（要約）	84
16	カワウによる内水面資源の捕食実態の把握	86
17	漁業公害調査指導事業	89
18	十三湖における夏期の水温と塩分の連続観測	104
19	小川原湖産水産物の安全・安心確保対策事業	106
20	湖沼のカビ臭原因菌の生態学的多様性に着目した発生予測とファージレメディエーション	108
21	小川原湖におけるヤマトシジミ浮遊幼生調査（小川原湖漁協青年部・県三八地方水産事務所）	110

庶 務 担 当

22	内水面研究所の沿革と組織	115
----	--------------	-----

養殖衛生管理体制整備事業

前田 穰・松田 忍・鈴木 亮・鳴海 一侑・沢目 司

目 的

県内の養殖生産者等に対し、養殖衛生管理及び疾病対策に関する技術・知識の普及、指導等を行い、健全で安全な養殖魚の生産を図る。

材料と方法

1. 総合推進対策

養殖衛生対策を具体的に推進する上で必要な事項について検討する会議へ出席した。

2. 養殖衛生管理指導

水産用医薬品の適正使用等について現地調査時に指導を行うとともに、関係者を参集して青森県養殖衛生推進会議を開催した。

3. 養殖場の調査・監視

現地調査を行うとともに、水産用医薬品の使用状況などに係るアンケート調査を実施した。

4. 疾病対策

検査依頼のあった検体の魚病診断及び特定疾病、本県にとって重要な疾病について魚病検査を実施した。

5. 主な県内養殖生産施設と主な飼育魚種（図1）

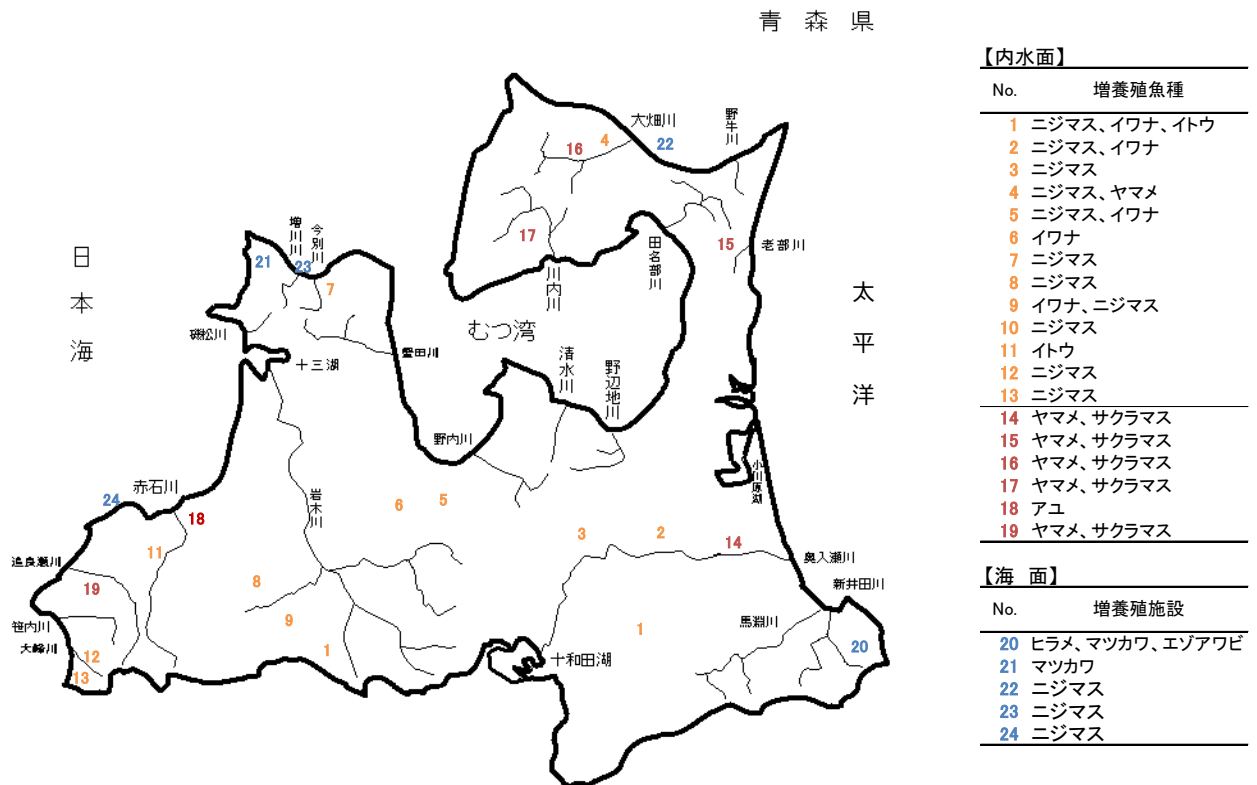


図 1. 主な県内養殖生産施設と主な飼育魚種

結 果

1. 総合推進対策

全国養殖衛生管理推進会議(表1)、及び隣接する複数の道県等で構成される魚類防疫地域合同検討会(表2～3)に出席した。

表 1. 全国養殖衛生管理推進会議

開催時期	開催場所	構成員(参加者)	議 題	担当機関
2025年 3月19日	東京都 (対面及び WEB会議)	都道府県、農林水産省消費・安全局、東北農政局、関東農政局、水産庁、(国研)水産研究・教育機構、(公社)日本水産資源保護協会	(1)水産防疫の実施状況 ・魚病被害調査、令和7年度予算他 (2)水研機構、公設水試からの発表 (3)養殖魚の迅速な診断体制に向けた対応	農林水産省 消費・安全局

表 2. 東北・北海道ブロック魚類防疫地域合同検討会

開催時期	開催場所	構成員(参加者)	議 題	担当機関
2024年 11月13～14日	秋田県 秋田市 (対面及び WEB会議)	北海道、青森県、秋田県、岩手県、山形県、宮城県、福島県、新潟県 農林水産省消費・安全局 (国研)水産研究・教育機構 水産技術研究所、(公社)日本水産資源保護協会	(1)魚類防疫に関する協議 ・各道県における魚病発生状況 ・ブロック内における魚病問題 (2)話題提供 ・日本獣医生命科学大、秋田県 (3)情報提供 ・農林水産省消費・安全局	秋田県 水産振興センター

表 3. 北部日本海ブロック魚類防疫地域合同検討会

開催時期	開催場所	構成員(参加者)	議 題	担当機関
2024年 10月9日	WEB会議	青森県、秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、農林水産省消費・安全局、(国研)水産研究・教育機構 水産技術研究所、(公社)日本水産資源保護協会	(1)魚類防疫に関する協議 ・各県海面における魚病発生状況 ・ブロック内における魚病問題 (2)話題提供 ・水技研、富山県 (3)情報提供 ・農林水産省消費・安全局	富山県 水産研究所

2. 養殖衛生管理指導

全国養殖衛生管理推進会議で収集した魚病関連情報の他、養殖漁場等での調査結果と防疫指導の内容、魚病発生状況、水産用医薬品の適正使用等について、青森県養殖衛生管理推進会議(表4)や現地調査時に指導した。

表 4. 青森県養殖衛生管理推進会議

開催時期	開催場所	構成員(参加者)	議 題	担当機関
2025年 3月	書面会議	青森県(水産振興課、水産事務所、水産業改良普及所)、水総研、内水研、栽培協会、浅虫水族館、市町村、内水面漁協、養鱒業者	(1)養殖衛生管理体制整備事業 (2)県内の魚病発生状況 (3)魚病に係る情報提供	青森県 水産振興課

3. 養殖場の調査・監視

水産用医薬品の使用状況、養殖場等の飼育実態について、現地やアンケートによる調査、監視を行った。

主にサケマス類の卵消毒に水産用イソジンやパイセスが使用されており、使用方法は適切であった。

サケマス類の疾病予防に用いる水産用ワクチン1件、水産用抗菌剤1件について使用申請があり、指導を行った。

4. 疾病対策

検査依頼のあったものについて魚病診断、更には特定疾病等の魚病検査を行い、疾病の早期発見、発生予防、まん延防止に努めた。

(1) 魚病診断（詳細は魚類防疫支援事業参照）

2024年の診断件数は、内水面11件、陸上海水養殖1件、海面1件の合計13件で、6魚種から5種類の疾病が確認された。

(2) 特定疾病

コイヘルペスウイルス(KHV)病は、岩木川及び馬淵川で採捕したコイを検査した結果、陰性であった。

(3) その他

鱒ヶ沢町が生産したアユ種苗について冷水病及びエドワジエライクタルリ症を検査した結果、それぞれ陰性であった。放流用種苗を配布する際には種苗来歴カードが添付されていた。

考 察

会議や研修会等で得られた情報は、魚病診断技術の向上及び指導の高度化に反映させるとともに、引き続き魚類防疫に関する情報提供及び魚病の発生防止、被害軽減に努める必要がある。

魚類防疫支援事業

前田 穰・松田 忍・鈴木 亮・鳴海 一侑・沢目 司

目 的

健全で安全な養殖魚や種苗の生産を図るため、魚病の診断、防疫・養殖衛生管理・飼育に関する指導、専門的な知識を持つ技術者の育成を行う。

材料と方法

1. 魚病診断

内水面養殖業者や海産魚類増養殖場等から検査依頼があった検体について、定法により魚病診断検査を行った。

2. 防疫・養殖衛生管理・飼育に関する指導

県内の増養殖場を対象に行った。

3. 技術者の育成

魚類防疫士を育成するため、(一社)日本水産資源保護協会が開催する養殖衛生管理技術者養成研修を受講させた。

結 果

1. 魚病診断

2024年1～12月における魚病相談は、内水面11件、陸上海水飼育1件、海面1件の合計13件があり、魚病診断・検査を行った(表1)。検査方法は、外部観察、解剖を基に推定診断を行い、必要に応じて菌分離検査、ウイルス検査を行い確定診断とした。

内水面魚種では4魚種から5種類の疾病が確認され、ニジマス及びヤマメ・サクラマスの相談が多かった(表2～3)。ここ数年の傾向として、寄生虫の発生が多くなり、飼育水の温度上昇等の飼育環境変化が原因と思われた。

2. 防疫・養殖衛生管理・飼育に関する指導

県内24ヶ所の増養殖場で、防疫・養殖衛生管理・飼育に関する状況を確認し、必要な指導を行った。

3. 技術者の育成

養殖衛生管理技術者養成研修のうち本科専門コースを水産総合研究所職員1名と内水面研究所職員1名が受講した。

考 察

引き続き魚類防疫に関する情報提供及び魚病の発生防止、被害軽減に努める。

表 1. 魚病検査の実施状況

●内水面

(2024年1月～12月)

年月	魚病名	魚種	サイズ等	件数	病魚の特徴	参考となる事項	処置(効果の有無)
2024.1	ミズカビ	サケ	ふ化仔魚	1	体表にミズカビ着生		
2024.1	冷水病	ニジマス	0.7g	1	貧血 眼球白濁		フロルフェニコール剤投与
2024.1	不明	サクラマス	0.8g	1	貧血 V字出血	RTG-2及びCHSE-214接種での細胞変性無し。サイトファーガ分離菌のPCRは冷水病陰性。	
2024.5	トリコジナ	サクラマス	0+	1	体表にトリコジナ多数		3%食塩水で効果が無かったため、食酢0.4%+食塩1%浴を再度実施
2024.6	KHV	コイ	0.7～1.6kg	1	眼球陥没 腐敗	5月下旬に新しいコイを追加し、その後、へい死が発生。	全数、殺処分。
2024.7	不明	サクラマス	0+	1	鰓ぐされあり トリコジナ無し	食酢0.4%+食塩1%浴を複数回実施。	
2024.7	白点病	ヤマメ	0+	1	体表に白点虫多数		
2024.8	不明	ニジマス	0+	1	鰓欠損 体表に出血あり	RTG-2及びCHSE-214接種での細胞変性無し。サイトファーガ培地での菌分離無し。	給餌抑制により、へい死は収まった。
2024.9	白点病	ニジマス	0+	1	体表に白点虫多数	RTG-2及びCHSE-214接種での細胞変性無し。サイトファーガ培地での菌分離無し。	食酢0.4%+食塩1%浴を実施。へい死は収まった。
2024.12	不明	ニジマス	0+	1	成長不良 (餌付け不良が疑われる)	RTG-2及びCHSE-214接種での細胞変性無し。PCR検査ではIHN、VHSは陰性。冷水病は一部陽性。	
2024.12	不明	ニジマス	0+	1	成長不良 (餌付け不良が疑われる)	RTG-2及びCHSE-214接種での細胞変性無し。PCR検査ではIHN、VHS、冷水病のすべてが陰性。	

●海面養殖等

年月	魚病名	魚種	サイズ等	件数	病魚の特徴	参考となる事項	処置(効果の有無)
2024.4	不明	ニジマス	尾叉長48cm 体重1760g	1	へい死亡率4.6% 腹鰭基底部に発赤	海水温9.6℃ (海面生質養殖)	
2024.7	不明	マサバ	尾叉長15.4cm 体重35.4g	1	緩慢遊泳、眼球突出 へい死無し(へい死前に担当者が取り上げ)	腎臓、肝臓からの加塩普通寒天培地を用いた菌分離を試みたが病原菌は分離できず。(陸上海水飼育)	アクアフェンを投与したが、効果無し。

表 2. 魚種別疾病別診断件数

(2024年1月～12月)

疾病名	魚種名	内水面				陸上海水	海面	合計
		ニジマス	サケ	ヤマメ・サクラマス	コイ	マサバ	ニジマス	
KHV					1			1
冷水病		1						1
白点病		1		1				2
トリコジナ				1				1
水カビ病			1					1
不明		3		2		1	1	7
計		5	1	4	1	1	1	13

表 3. 魚種別月別診断件数

(2024年1月～12月)

魚種名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
内水面ニジマス	1							1	1			2	5
サケ	1												1
ヤマメ・サクラマス	1				1		2						4
コイ						1							1
マサバ							1						1
海面ニジマス				1									1
計	3	0	0	1	1	1	3	1	1	0	0	2	13

十和田湖資源生態調査事業

鳴海 一侑・高橋 進吾¹・前田 穰・鈴木 亮・沢目 司

目 的

十和田湖におけるヒメマス漁業の安定に資するため、ヒメマス及びワカサギの資源状態及び生態に関するデータの収集と取りまとめを行う。

材料と方法

1. 漁獲動向調査

宇樽部、休屋及び大川岱地区の3集荷場のヒメマス及びワカサギの毎月の取扱量を調べた。集荷場では、内臓を除去したヒメマスを取り扱うことから、集荷量を1.1倍に換算し漁獲量とした。

2. 集荷場調査

2024年4、5、6、7、9、11月に月1回、主に宇樽部集荷場でヒメマスの魚体測定、採鱗を1回の調査につき最大60尾行った。また、標識の有無については調査日に水揚げされた全数を確認し、併せて魚体測定と採鱗を行った。年齢査定は輪紋の読み取りによって推定し、さらに毎年標識部位を変えて稚魚の一部に鰭切除を行っている標識(表1)により補完し、年齢基算日を1月1日とし、満1歳～2歳を1⁺、満2歳～3歳を2⁺などと年齢査定を行った。

表 1. 放流年と標識部位

放流年	標識部位	年齢
2019	脂鱗+右腹鱗	5 ⁺
2020	脂鱗	4 ⁺
2021	脂鱗+左腹鱗	3 ⁺
2022	脂鱗+右腹鱗	2 ⁺
2023	脂鱗	1 ⁺
2024	脂鱗+左腹鱗	0 ⁺

3. 刺網調査

2024年4月、6月、7月、9月、10月に月1回の頻度で生出地先(図1)にて刺網を用いてヒメマス及び、ワカサギを採捕した。刺網の目合は16、23、38、51mmとし、4月及び7月は4種類すべてを使用し、6月、9月、10月は38mm及び51mmのみを使用した。採捕したヒメマスは、魚体測定、鱗の採取、標識の有無について確認を行った。また、食性解析のために胃内容物を摘出し、70%エタノールで固定した。ワカサギは刺網で漁獲したものに加え、5、6月に月1回、漁業者がふくべ網を用いて漁獲した個体を入手し、ヒメマスと同様に測定などを行った。ヒメマス及びワカサギについて、1回の調査につき30尾以上の測定を目標とし、取り出した胃内容物は、秋田県水産振興センターに提供した。

4. 親魚調査

2024年10月3日、10月9日及び10月21日にヒメマスの種苗生産用親魚について、1回の調査につき各60尾を目標として魚体測定を行い、標識は採卵に供した全数を確認した。また、十和田湖ふ化場への遡上状況については、十和田湖増殖漁協が記録している親魚の遡上開始日と捕獲数を取りまとめた。

¹ 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所

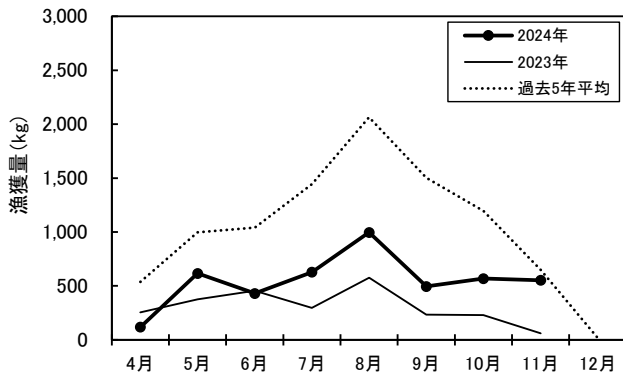


図 3. ヒメマス漁獲量の月別変化

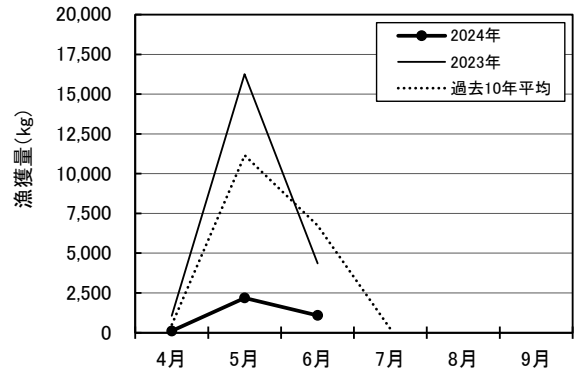


図 4. ワカサギ漁獲量の月別変化

2. 集荷場調査

(1) 魚体測定

4～11月で合計 352 尾のヒメマス測定した。漁獲量が少ないため測定尾数が目標の 60 尾に満たない月もあった。漁獲されたヒメマスの平均被鱗体長は 235.7 mm(最小 191 mm～最大 628 mm)、平均体重 160.3g(最小 83.8g～最大 587.4g)で、前年と同様だった(表 2)。

表 2. 集荷場調査でのヒメマス測定結果

調査月	測定尾数	被鱗体長(mm)			体重(g)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
4月	60	230.2	196	299	142.7	84.4	497.6
5月	46	243.0	207	343	179.6	94.6	498.9
6月	47	241.7	205	358	170.8	89.5	587.4
7月	60	243.2	200	628	173.9	88.0	500.4
8月	61	239.9	194	323	176.0	84.1	435.4
9月	18	224.4	210	261	135.0	105.0	210.9
11月	60	227.2	191	273	144.0	83.8	241.3
計	352	235.7			160.3		
2023年		237.2			169.4		

(2) 年齢組成

漁獲されたヒメマスの年齢組成は、2+魚(出現割合 36%)と 3+魚(同 43%)が主体であったが、前年に比べて 2+魚の割合が 4 ポイント、3+魚の割合が 1 ポイント増加した。また、漁獲量と年齢組成から推定した漁獲尾数は 2.4 万尾で、昨年より 0.9 万尾増加した。しかし、データのある 1986 年以降では、昨年につき 2 番目に低い水準であった(図 5)。

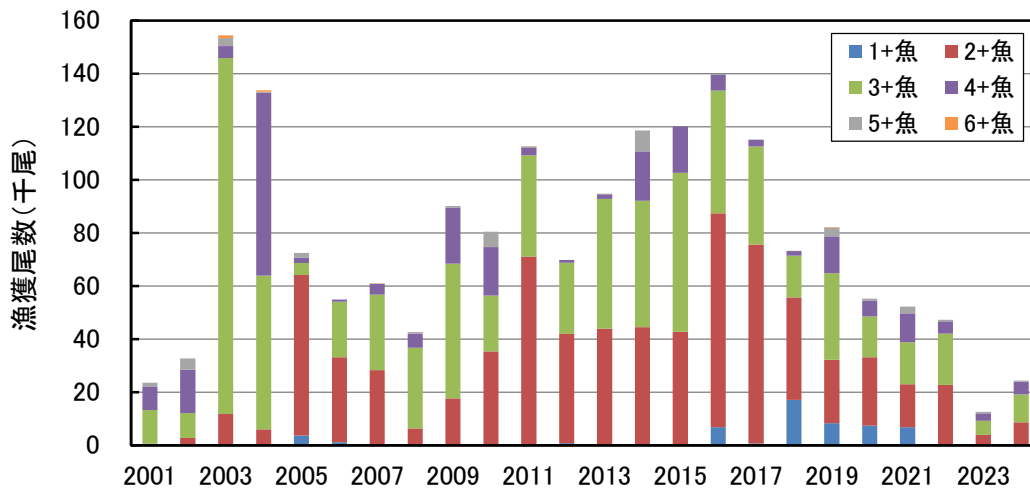


図 5. ヒメマス親魚採捕数と年齢組成の経年変化

2023年は、4～7月に3+魚の割合が多く、9月以降に例年どおり2+魚の割合が多かったが(図6)、2024年では9月においても3+魚が漁獲の主体であった(図7)。例年9月以降は、主に3+魚以上のヒメマスは産卵回帰のため西湖からふ化場周辺を回遊することから、漁獲主体は成熟前の2+魚の割合が高まるものと推察される²⁾が、2024年は3+魚の一部は産卵回帰せずに漁獲されたと思われる。なお、集荷場では二次性徴を示したヒメマスは取り扱わないため、漁獲された3+魚はいずれも未成熟魚である。また、3+魚の割合が増加したにもかかわらず平均体重は昨年(2023年)の9月と比較して減少しており、餌料環境の悪化などが成長や成熟の遅延を引き起こした可能性が示唆される。

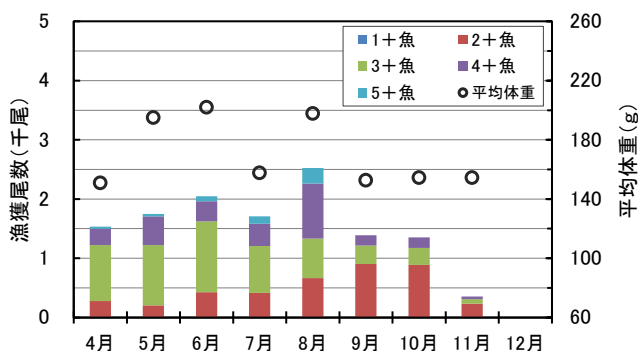


図 6. ヒメマス年齢組成の月別変化(2023年)

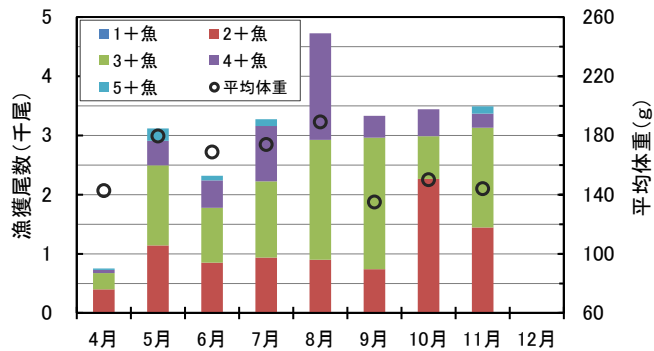


図 7. ヒメマス年齢組成の月別変化(2024年)

(3) 標識魚の出現状況

集荷場調査にて確認した標識魚の出現率は0.4%(465尾のうち2尾)で、前年(2.3%)を下回った。過去の出現率は2021年2.0%、2022年0.8%、2023年2.2%であり、これまでの変動幅から大きく外れてはいないが、低い状況だった。標識部位は脂鱗のみが切除された個体のみが確認され、4+魚と判別された。

表 3. 集荷場調査における標識魚の出現状況

調査月	調査尾数	標識部位別の出現尾数(尾)			標識魚の出現率(%)
		脂鱗	脂鱗+左腹鱗	脂鱗+右腹鱗	
4月	62				0
5月	46				0
6月	47	1			2.1
7月	100				0
8月	84	1			1.2
9月	18				0
11月	108				0
計	465	2	0	0	0.4

3. 刺網調査

(1) ヒメマス

4～10月で369尾を測定し、ヒメマスの平均被鱗体長は238.6mm(最小100mm～最大410mm)、平均体重215.4g(最小11.9g～最大1147.2g)だった(表4)。標識魚の出現尾数は9月に7尾で、標識部位は脂鱗切除された個体が6個体、脂鱗+右腹鱗切除された個体が1個体だった。それぞれ、4+魚及び、5+魚と判別された。

表 4. 刺網調査でのヒメマス測定結果

調査月	刺網の目合毎の漁獲尾数				尾数(計)	被鱗体長(mm)			平均体重(g)			胃内容物採取尾数	標識魚の出現尾数
	16mm	23mm	38mm	51mm		平均	最大	最小	平均	最大	最小		
4月				4	4	224.8	233	215	139.2	160.0	125.0	2	0
6月			17	3	20	191.4	240	140	82.7	183.0	56.0	10	0
7月		2	14	9	25	278.9	410	100	396.0	1147.2	11.9	25	0
9月			221	97	318	267.9	392	198	309.1	947.9	139.7	30	7
10月				2	2	230.0	231	229	150.1	173.1	127.0	2	0
計					369	238.6			215.4				

また、集荷場調査及び刺網調査で確認された標識魚を合算し、表5に示した。確認された標識魚は全体で9尾であり、調査で確認した総尾数832尾に対する、親魚調査を除く2024年度のヒメマスの標識魚の出現率は1.1%であった。

表5. 集荷場調査及び刺網調査での標識魚の出現状況

調査月	調査尾数	標識部位別の出現尾数(尾)			標識魚の出現率(%)
		脂鱭	脂鱭+左腹鱭	脂鱭+右腹鱭	
4月	66				0
5月	46				0
6月	67	1			1.5
7月	125				0
8月	84	1			1.2
9月	336	6	1		2.1
11月	108				0
計	832	8	1	0	1.1

9月6日の調査では、二次性徴を示す個体が多数採捕され、雌の生殖腺成熟度指数(生殖腺重量/体重×100)は平均14.2(最小4.9~最大28.0)であったことから(図8)、これらは成熟途上であり、多くが今期中に産卵する個体と考えられた。また、9月15日に十和田湖ふ化場で遡上が確認されたことから、同ふ化場から生源地先までの約1km区間において、遡上のために接岸していたと推察される。

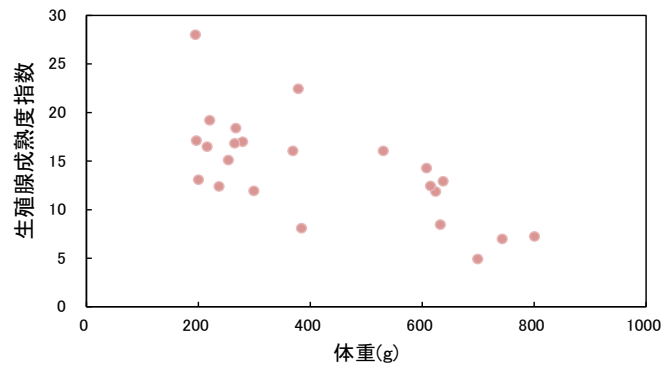


図8. 2024年9月6日に採捕された雌の生殖腺成熟度指数

(2) ワカサギ

4~6月で合計95尾を測定し、そのうち胃内容物採取尾数は合計50尾だった(表6、7)。5月の調査では放卵済の個体が多く確認されたことから成熟盛期は例年同様、5~6月と思われる。刺網で漁獲されたワカサギの平均被鱗体長は78.0mm(最小72mm~最大86mm)、平均体重4.2g(最小3.2g~最大5.5g)、ふくべ網で漁獲されたワカサギの平均被鱗体長は66.5mm(最小50.0mm~最大80.0mm)、平均体重2.0g(最小0.9g~最大3.6g)と昨年と比べて小型だった。なお、採取したヒメマスとワカサギの胃内容物については秋田県水産振興センターへ提供した。

表6. 刺網で漁獲されたワカサギの測定結果

調査月	刺網の目合毎の漁獲尾数				尾数(計)	被鱗体長(mm)			平均体重(g)			胃内容物採取尾数
	16mm	23mm	38mm	51mm		平均	最大	最小	平均	最大	最小	
4月	4				4	84.0	86.0	81.0	5.1	5.5	4.9	4
6月	1				1	72.0	-	-	3.2	-	-	1
計					5	78.0			4.2			

表7. ふくべ網で漁獲されたワカサギの測定結果

調査月	測定尾数	被鱗体長(mm)			体重(g)			胃内容物採取尾数
		平均	最大	最小	平均	最大	最小	
5月	30	68.6	80.0	60.0	2.3	3.6	1.4	16
6月	60	64.4	75.0	50.0	1.7	2.6	0.9	29
計	90	66.5			2.0			
2023年		84.7			4.7			

4. 親魚調査

(1) 遡上数調査

2024年のヒメマス遡上開始日は9月15日であり、前年(9月22日)より7日早かった。しかしながら、前年は例年に比べて約3週間遅れての遡上開始¹⁾であったため、本年においても依然として遅い時期での遡上開始だった。2024年における遡上の1回目のピークは9月24日に発生し、雌雄ともに200尾を超える遡上が確認された(図9)。雌では9月27日にも同程度のピークが見られ、その後は変動を伴いながら減少した。遡上開始の遅れについては、前年と同様に高水温が続き、ふ化場前の水温降下の遅延が影響したと考えられたが、雄1,167尾、雌1,455尾、計2,622尾と前年から849尾増加した。そのうち、種苗生産に使用したヒメマス親魚は、雄1,410尾、雌1,405尾の計2,815尾であった。ただし、雄については一定期間蓄養し、繰り返し採精に用いたため延べ尾数とした。雌親魚の平均体重は近年概ね横ばいで推移しているが、過去10年程度のスパンでは、やや大型化の傾向がみられた(図10)。

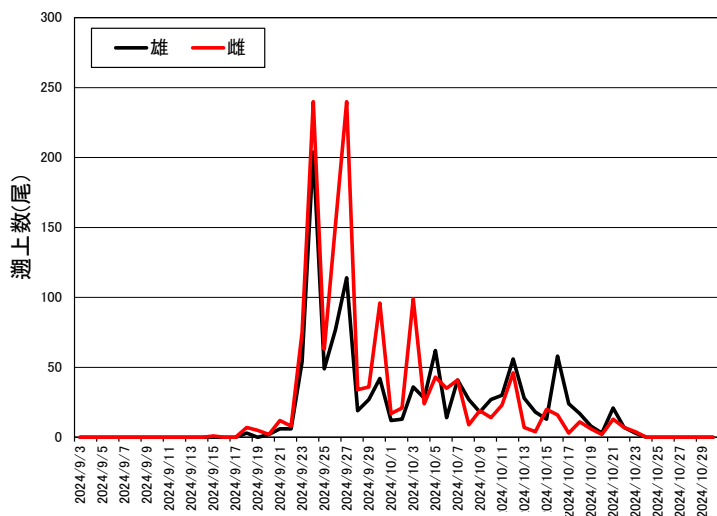


図9. 雌雄別捕獲数の推移

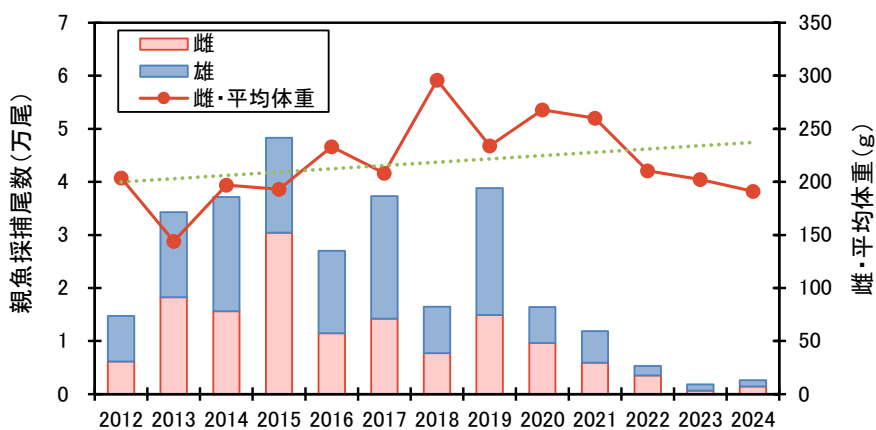


図10. ヒメマス親魚採捕尾数と雌・平均体重の経年変化

(2) 魚体測定

雌は合計185尾を測定し、平均被鱗体長241.4mm(最小184mm～最大382mm)、平均体重191.1g(最小90.0g～最大734.0g)、雄は合計180尾を測定し、平均被鱗体長256.4mm(最小194mm～最大378mm)、平均体重232.2g(最小97.0g～最大762.0g)だった(表8)。

親魚の標識魚の混入率は、雌2.1%(605尾のうち13尾)、雄0.3%(630尾のうち2尾)、合計1.2%で、

前年(3.6%)より低かったが、直近5年間の放流稚魚の標識率は6.1%(214,879/3,500,000尾)であるため、放流稚魚の親魚までの生残に大きな問題はないと考えられるが、雄の混入率が低いなど、引き続き推移を注視する必要がある。

表 8. 種苗生産用ヒメマス親魚の測定結果

	測定尾数	被鱗体長(mm)			体重(g)			標識魚(尾)	混入率(%)
		平均	最小	最大	平均	最小	最大		
雌	185	241.4	184	382	191.1	90.0	734.0	13	2.1
雄	180	256.4	194	378	232.2	97.0	762.0	2	0.3
※標識魚の確認尾数は、雌605尾、雄630尾							計	15	1.2

標識部位から推定したヒメマス親魚の年齢組成は雌雄とも4+のみであり、前年(3+魚が主体)より高齢だった(表9)。今期8~9月にかけて4+群の漁獲が急減したことから、その多くが親魚として回帰したものと推察される(図7)。

表 9. 標識部位から推定したヒメマス親魚の年齢組成

年齢	標識部位	雌		雄	
		出現割合(%)	出現割合(%)	出現割合(%)	出現割合(%)
2+	脂鱭+右腹鱭	0	0.0	0	0.0
3+	脂鱭+左腹鱭	0	0.0	0	0.0
4+	脂鱭	13	100.0	2	100.0
5+	脂鱭+右腹鱭	0	0	0	0
計		13尾	100	2尾	100

(3) 採卵

今年は回帰親魚数が前年から増加に転じたものの、8回の採卵により得られた採卵数は合計56.2万粒であり、過去10年平均(101万粒)を下回った。また、1962年から2024年までの採卵親魚の体重と1尾当たりの採卵数の関係を図11に示したが、十和田湖ヒメマスは、体重が大きいほど採卵数が増加する傾向にある。今年に採卵した雌の平均体重は191gで、前年(202g)と同程度であり、1尾当たりの採卵数も400粒で、前年(394粒)と同水準にとどまった。回帰親魚の主体は前年より高齢の4+魚と推定されたが、後述の餌料生物(動物プランクトン)出現状況調査の結果からも、湖内の餌料環境は厳しい状況にあり、成長が停滞傾向にあったことから一尾当たりの採卵数の増加にはつながらなかったものと推察される。

発眼率については93.5%(発眼粒数52.6万粒)で、前年(79.1%)を14.4ポイント上回り、卵質の向上が認められた。

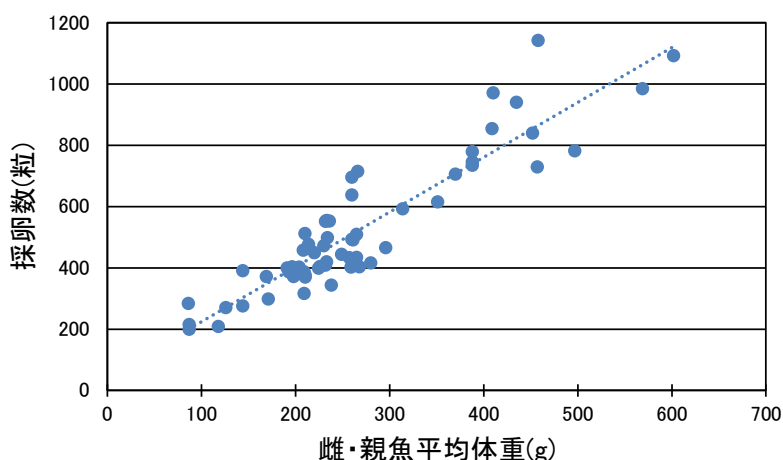


図 11. 採卵親魚の体重と採卵数の関係($r^2=0.84$, $p<0.05$)

5. 放流種苗調査

2023年秋の採卵により生産されたヒメマス稚魚は、2024年6月24日に合計14.4万尾(平均体重2.8g)を放流した。そのうち27,690尾には脂鱭+左腹鱭カットによる標識を施し、標識率は19.2%であった(表10、11)。

表 10. ヒメマス稚魚の放流状況

回次	放流月日	放流尾数 (尾)	標識尾数 (尾)	標識 有無	標識部位	平均被鱭体長 (cm)	平均体重 (g)
1	2024/06/24	144,000	27,690	有	脂鱭+左腹鱭	6.3	2.8
	計	144,000	27,690			6.3	2.8

表 11. ヒメマス稚魚の放流状況(2014~2024年)

放流年	放流月	放流尾数 (尾)	標識尾数 (尾)	標識率 (%)	標識部位	平均被鱭体長 (cm)	平均体重 (g)	
2014	H26	4-6月	700,000	43,312	6.2	脂鱭	4.6	1.5
2015	H27	4-6月	700,000	26,111	3.7	脂鱭+左腹鱭	5.6	2.5
2016	H28	3-6月	700,000	31,636	4.5	脂鱭+右腹鱭	5.7	2.4
2017	H29	3-6月	700,000	46,764	6.7	脂鱭	5.2	2.1
2018	H30	3-6月	700,000	28,240	4.0	脂鱭+左腹鱭	5.6	2.3
2019	R01	3-6月	700,000	43,600	6.2	脂鱭+右腹鱭	4.7	1.9
2020	R02	3-6月	700,000	55,866	8.0	脂鱭	6.0	2.6
2021	R03	3-6月	700,000	45,178	6.5	脂鱭+左腹鱭	6.6	2.1
2022	R04	3-6月	700,000	34,727	5.0	脂鱭+右腹鱭	6.4	2.9
2023	R05	3-6月	700,000	35,508	5.1	脂鱭	5.2	2.0
2024	R06	6月	144,000	27,690	19.2	脂鱭+左腹鱭	6.3	2.8

6. 水質等環境調査

(1) 水温観測

十和田湖ふ化場前沖の表層水温は、猛暑の影響により8月6日以降、平年より3℃以上高い状態が続き、10月5日頃までの約2か月間は20℃を超える高水温となった。

特にヒメマス親魚の遡上期にあたる8月下旬から9月末にかけては、平年より4~5℃高く、最大で+5.6℃に達した(図12)。このように平年を大きく上回る高水温が長期間継続したことが、採捕親魚数の減少要因の一つになったと推察される。また、前年8月の大雨による土砂の大量流入に続き、ヒメマス親魚にとって遡上環境は依然として厳しい状況が続いたと考えられた。

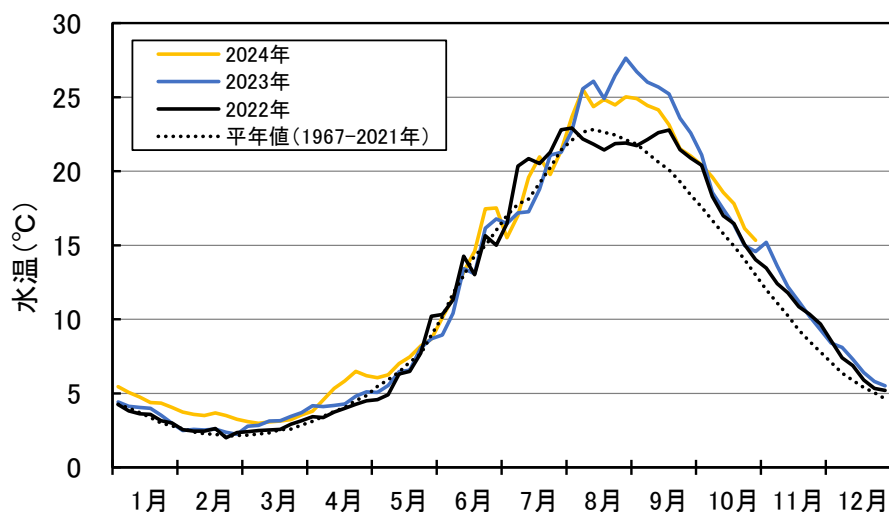


図 12. 十和田湖ふ化場前の表層水温の推移

6月～10月に行った水温及びクロロフィルaの鉛直分布図を図13に示した。鉛直観測では各定点とも概ね同様の水温分布のため、大川岱(10月3日のみ鉛山)定点を代表図として示した。水温の変化をみると、7月には水深8mまで18℃に上昇し、水深10m付近に水温躍層が形成され始めた。9月になると水深10mまで25℃に上昇(水温躍層10～15m)し、前年並みの高水温が懸念された。しかし、その後10月3日に20℃(水温躍層15～20m)、10月16日には18℃(水温躍層17～20m)に低下した。水温20℃への低下は、平年より10日程度遅れたものの、前年のような長期の高水温は回避された。

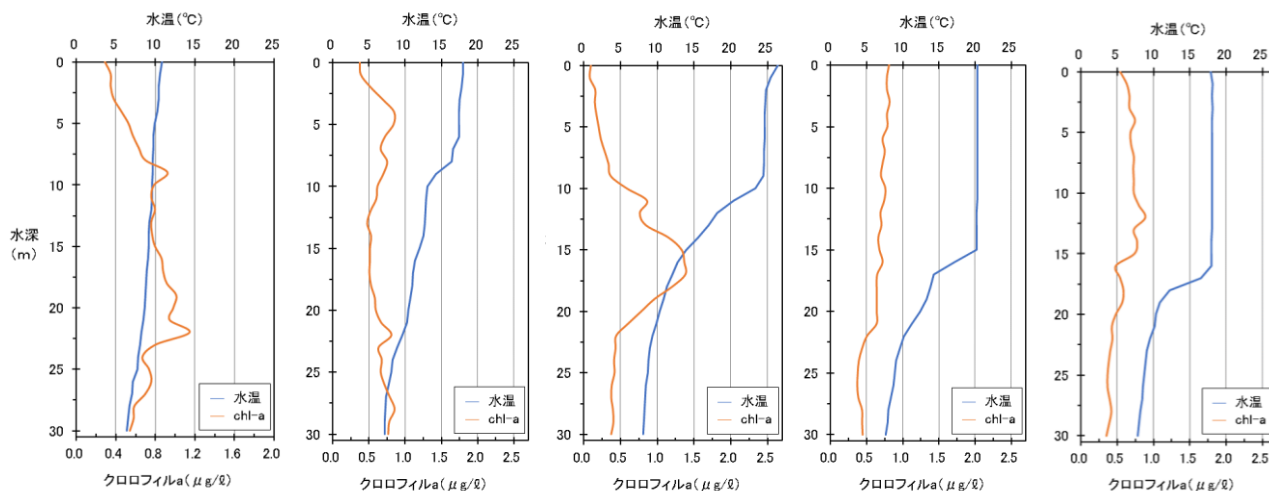


図13. 大川岱付近の定点における各月の水温等鉛直観測結果

※左から観測日: 6月5日、7月3日、9月3日、10月3日、10月16日

(2) 餌料生物(動物プランクトン)出現状況

7月～9月のハリナガミジンコ出現分布図を図14、6月～10月の全調査点の動物プランクトン平均出現数と表層水温の変化を図15に示した。ヒメマス主要餌料ハリナガミジンコは、8月に全地点平均7.5個/ℓ出現し平年を上回り、近年の出現盛期8月～10月への期待もあったが、9月以降は大きく減少した。

ヒメマス稚魚期やワカサギの主要餌料ゾウミジンコは平年並みに出現したものの、ハリナガミジンコは8月を除き極めて少なく、ヒメマスの餌料環境は総じて厳しい状況が続いていると考えられた。なお、調査結果は、速やかに十和田湖増殖漁協に提供周知した。

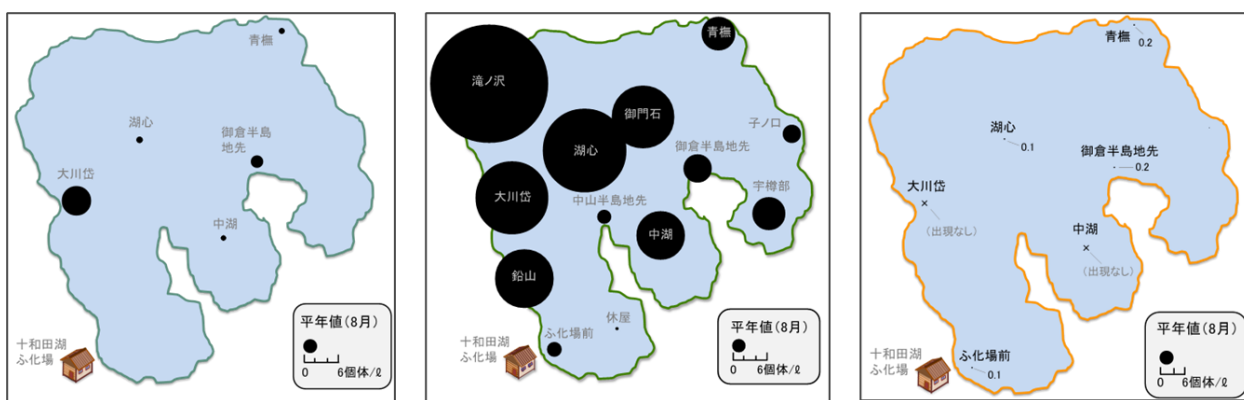


図14. ハリナガミジンコの出現分布図

※左から観測日: 7月3日、8月1日、9月3日

※8月は秋田県の通常調査(13定点)結果

(3) 親魚回帰時期の水溫観測

10月3日に行ったふ化場付近の表層水溫は、平年より10日程度遅れた(前年比 -1°C ・平年比 $+2^{\circ}\text{C}$)ものの 20°C に低下し、前年同時期に比べて親魚遡上には比較的良好な水溫環境にあった。しかし、令和4年の土砂大量流入の影響でふ化場前の水深は浅くなり(図16の左端定点で水深16m)、海底まで水溫は一定であった。今期のヒメマス親魚遡上は、水溫低下の遅延等の影響は見られたものの、高水溫が長期化した前年より良好に推移し、採卵数も前年(21万粒)を上回る56.2万粒を確保し、回復の兆しが見られた。

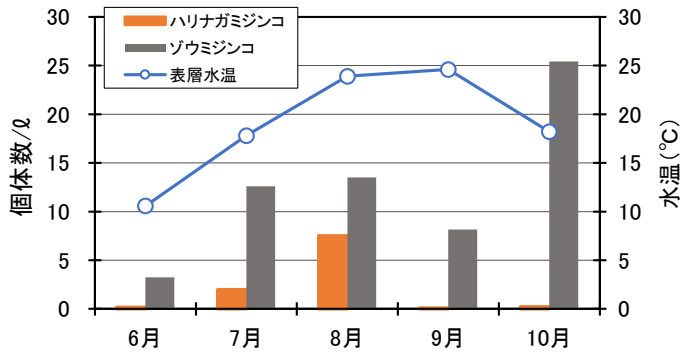


図 15. 動物プランクトン平均出現数と表層水溫の推移

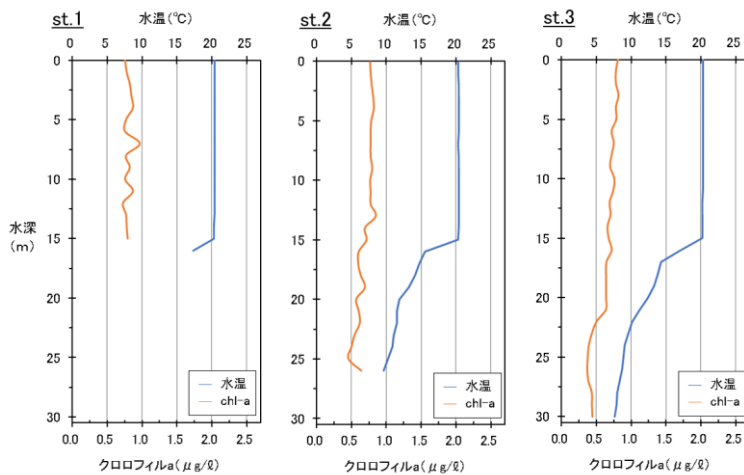


図 16. ふ化場付近 3 定点における水溫等鉛直観測結果

(観測日: 10月3日)

※左から st.1(水深 16m)、st.2(水深 27m)、st.3(鉛山)

ヒメマス漁獲量は、稚魚放流数が2010年から70万尾を維持して以降、10~23トンと比較的安定してきたものの、前年8月の大雨による環境変化も懸念され、実際、秋田県の動物プランクトン調査では、主要餌料ハリナガミジンコが例年同様8月に出現したものの前年よりやや減少、10月には少なかった前年よりさらに減少し、全く出現しなかった定点が4点あるなど出現水準が大幅に低下している。また、青森県と秋田県の環境サイドが継続モニタリングしているクロロフィルa量(植物プランクトン発生の指標)³⁾についても、2023年春季は前年より大幅に低下しており、主要餌料ハリナガミジンコの発生への影響が示唆される。これらから、今後も餌料環境やヒメマスの成長、資源変動などの動向を注視していく必要がある。

文 献

- 1) 高田ら (2024) 湖沼河川における水産資源の安定化と活用に関する研究 (十和田湖ヒメマスの資源対策調査). 令和 5 年度秋田県水産振興センター業務報告書.
- 2) 高橋 進吾、松田 忍 (2024) 十和田湖資源生態調査事業. 2023 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 6-11.
- 3) 青森県 (2025) 令和 5 年度公共用水域及び地下水の水質測定結果, 301-318.

資源管理基礎調査事業（ワカサギ、シラウオ）

鈴木 亮・鳴海 一侑

目 的

小川原湖における重要魚種であるワカサギ、シラウオの漁獲状況等を調査し、資源管理方策の基礎資料とする。

材料と方法

1. 漁獲動向調査

小川原湖漁協（船ヶ沢分場）におけるワカサギ、シラウオの取扱い数量について、年別（年：1-12月集計）及び月別（年級：9-6月集計）に集計した。

2. 魚体測定調査

2024年8月の小川原湖漁協で実施した「小川原湖シラウオ・ワカサギ船曳網試験操業調査」で入網したワカサギ、シラウオについて80尾を目標として長さ（ワカサギ＝尾叉長、シラウオ＝全長）、標準体長、体重を測定した。また、2024年7月-2025年6月、小川原湖漁協船ヶ沢分場に水揚げされたワカサギ、シラウオについても、それぞれ月1回80尾を目標として長さ、標準体長、体重を測定した。

結果と考察

1. 漁獲動向調査

(1) ワカサギ

2024年1-12月の小川原湖漁協船ヶ沢分場のワカサギ漁獲量は、41.0トン(対前年比39.1%)で前年を下回り、統計データがある1995年以降最低となった。(図1)。2024年級群(2024年9月-2025年6月)の月別漁獲量は、例年12月以降は減少傾向にあるが、2023年級群と同様に1-6月にかけて漁獲が極端に少なかった。各月の漁獲量について1月は620.4kg(5か年平均比7.2%)、2月は347.6kg(5か年平均比10.1%)、3月は73.7kg(5か年平均比1.8%)、4月は5.1kg(5か年平均比3.1%)、5月は1.2kg(5か年平均比0.5%)、6月は0.0kg(5か年平均比0.0%)と過去5か年平均を下回った(図2)。

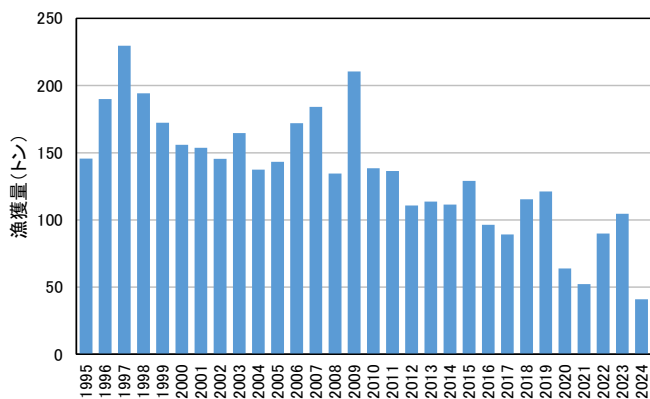


図 1. ワカサギ漁獲量の経年変化

(小川原湖漁協船ヶ沢分場取扱い、1-12月集計値)

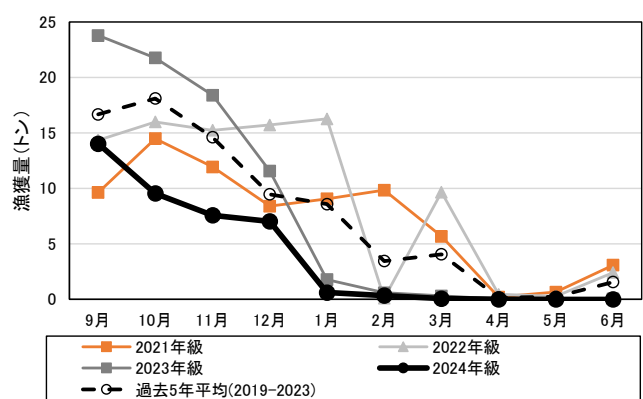


図 2. ワカサギ漁獲量の月別変化

(小川原湖漁協船ヶ沢分場取扱い、9-6月集計値)

(2) シラウオ

2024年1-12月の小川原湖漁協船ヶ沢分場のシラウオ漁獲量は、4.4トン(対前年比69.6%)で前年を下回った(図3)。シラウオの生食用出荷の自主規制により2023年級群から引き続き、2024年級群の月別漁獲量は、過去5か年平均を大きく下回った。(図4)。

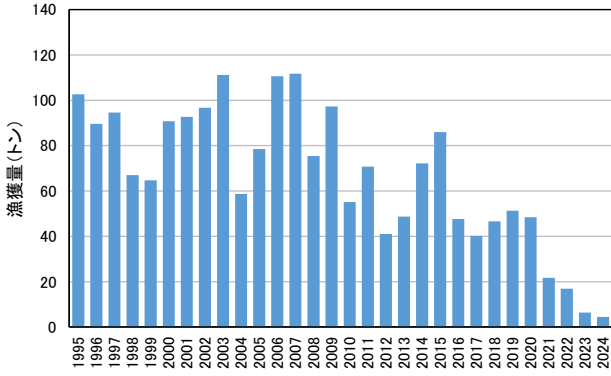


図3. シラウオ漁獲量の経年変化
(小川原湖漁協船ヶ沢分場取扱い、1-12月集計値)

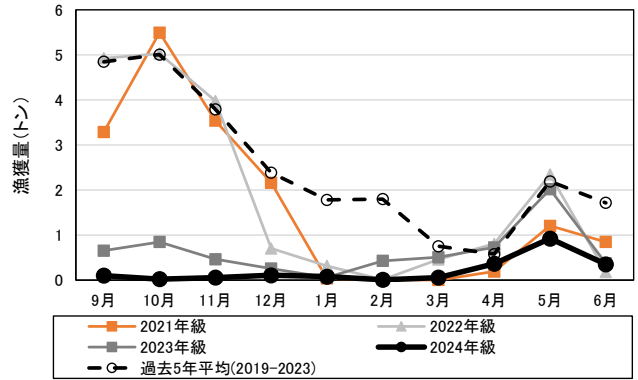


図4. シラウオ漁獲量の月別変化
(小川原湖漁協船ヶ沢分場取扱い、9-6月集計値)

2. 魚体測定調査

(1) ワカサギ

2024年級群のワカサギの成長は、低調であった2023年級群と比べやや良かったが、2022年級群と比べると成長は劣っていた(図5、6)。2024年級群は漁獲が少なくサンプリングできない月が多かった。

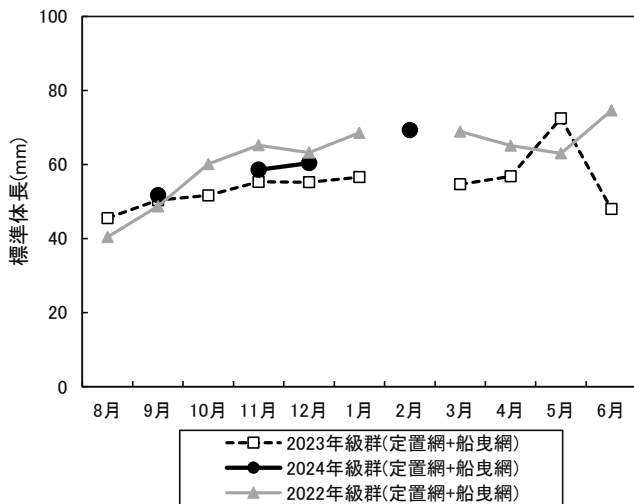


図5. 漁獲されたワカサギの平均標準体長の推移

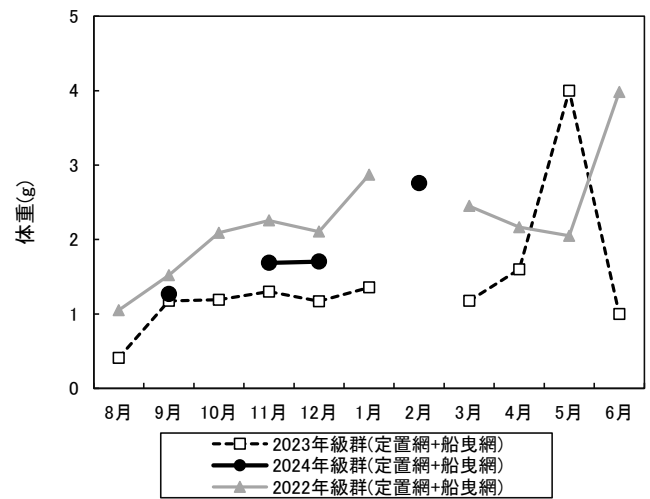


図6. 漁獲されたワカサギの平均体重の推移

(2) シラウオ

2024年級群のシラウオは、低調であった2023年級群と比べやや良かったが、2022年級群と比べると成長は劣っていた(図7、8)。2024年級群は漁獲規制により漁獲が少なく、ワカサギと同様にサンプリングできない月が多かった。

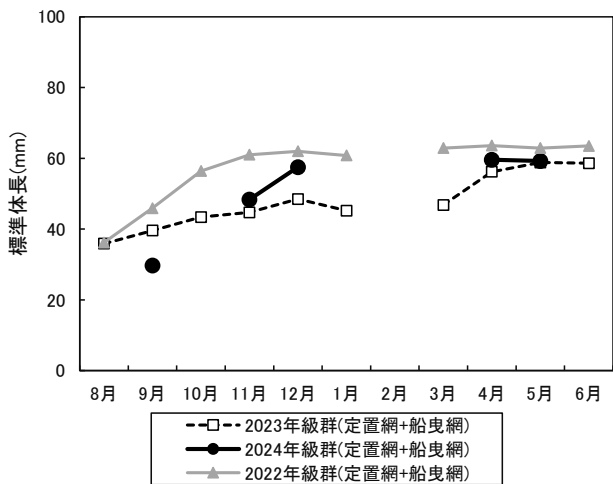


図7. 漁獲されたシラウオの平均標準体長の推移

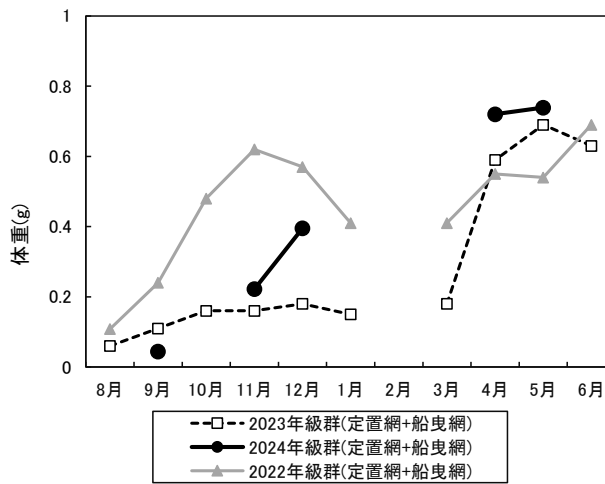


図8. 漁獲されたシラウオの平均体重の推移

文献

- 1) 鳴海一侑(2023)資源管理基礎調査事業(ワカサギ、シラウオ).2023年度青森県産業技術センター内水面研究所報告,12-17.

「青い森紅サーモン」生産力強化事業

鈴木 亮・鳴海 一侑・松田 忍・沢目 司

目 的

「青い森紅サーモン」の生産量の増大に向けて、養魚場の確保や養魚場での増産技術を確立し、養殖業者の生産力の強化に取り組む。

材料と方法

1. 供試魚

各試験の試験魚は、母系に青森系ニジマス、父系に海水耐性系ドナルドソンニジマスを掛け合わせた全雌三倍体ニジマス（以下、青い森紅サーモンと称す。生産マニュアルでは、5つの品質基準¹⁾を全て満たしたものを「青い森紅サーモン」としているが、本報告では同じ生産方法で作出した魚を示す名称として、これを使用する。）を用いた。

2. 新規養魚場での養殖検討

新規養魚場候補として、現在休止している養魚場「フィッシングパークのへじ」において、養殖試験を実施した。

(1) 成長確認

2022年10月14日に平均体重220gまで内水面研究所で飼育した青い森紅サーモンの幼魚150尾を、フィッシングパークのへじの屋外10t池（長さ11m×幅1.5m×水深0.6m）へ収容し、飼育試験を行った。飼育用水は河川水のかげ流し、給餌量については餌料効率を100%であると仮定して、魚体重あたり0.2-0.9%の給餌率で給餌した。また、生産マニュアルに従い2024年9月-11月末までの3か月間は青い森紅サーモン専用餌を給餌した¹⁾。定期的に尾叉長、被鱗体長、体重を測定した。

(2) 評価

2024年12月6日の最終測定後、基準体重2kgを超えた個体3尾をサンプリングし、活締め脱血処理後に0.9%食塩水へ40分間浸漬し脱血を行った。その後、直接魚体に水や氷が触れないよう2重にした10Lビニール袋に入れ、0°C保管のため氷を入れたクーラーボックスへ収容し、冷蔵庫で保管した。翌日12月7日に食品総合研究所へ搬入し、ドレス処理（頭部、鰓、内臓除去）後にフィレ加工を行った。

その後、右身の頭部上端肩口胴肉部（図1）から皮、骨を除去したものをを用いて、一般成分（水分、灰分、粗脂肪、粗タンパク）の分析を行い、内水面研究所及び淡水養殖業者が生産した青い森紅サーモン、県産海面養殖サーモンの結果と比較した。活締め脱血処理を行った24時間後の破断強度については、左身の頭部上端肩口胴肉部（図1）を用いて測定した。測定方法は頭部上端肩口胴肉部の後端側から幅10mmに切り出し、FUDOH レオメーターRTC（㈱レオテック社製）を使用して、体軸方向に直径5mmの円柱プランジャーをテーブルスピード6cm/minで突き刺し、筋組織を破断するのに要する荷重を1尾につき4点測定した。肉色については、サーモン類の肉色を比較するために用いられるDSM社のSalmoFan™（図2）による判別を行い比較した。判別については、目視によりもっとも近い色の番号を記録した。内水面研究所及び食品総合研究所の職員22名を対象に簡易な食味試験を行った。



図1. 一般成分分析及び破断強度測定に用いた部位



図2. サーモン肉色判別用カラーチャート
DSM社のSalmo Fan™

3. 多量給餌による成長促進効果の検証

海面養殖用種苗生産の効率化に向けて淡水育成期間を短縮することを目的に内水面研究所で開発した生産技術である150%給餌²⁾を基に、給餌率表の130%を与える多量給餌区を設け、ライトリッツ給餌率表の標準量(100%)を与える標準給餌区と比較した。給餌量は給餌効率を100%と仮定して、増体重を推定し毎日増量するとともに、月1回程度体重を測定し調整した。また、多量給餌区においては摂餌行動がみられない場合は給餌せず残餌量を記録した。飼育期間は2023年9月15日から2025年3月31日で、その期間中は自記式水温計(Onset社 ティドビットV2)を用いて飼育水温を記録した。

4. 酸素溶解機を用いた飼育試験

注水量4t/hで換水率は0.5回転/h(基準1回転/h¹⁾)に設定した内水面研究所の屋外10t池(水量8t)へ、飼育密度が2.7%(基準密度3%¹⁾)になるように、平均体重1.5kgの青い森紅サーモン140尾を収容した。そこへ出力0.4kwの水中ポンプ(川本製作所社製:WUP4-505-0.4S)を用いた酸素溶解機(図3)を設置し、2023年9月7日-2024年11月15日まで高密度飼育を行い、全尾数の魚体重を測定し、高密度の外観的な影響が無いか確認するため、尾鰭の欠損について写真を撮影し、評価した。なお、例年11月は青い森紅サーモンの公式販売開始月にあたる。尾鰭の欠損判定については欠損無(欠損10%未満を含む)、尾鰭上部欠損、尾鰭下部欠損、尾鰭上下欠損、尾鰭欠損(尾鰭の70%以上を欠損)で集計した(図4)。溶存酸素量のモニタリングについては、排水部の溶存酸素量を、飼育環境モニタリングシステム³⁾を用いて観測した。



図3. 水中ポンプを用いた酸素溶解機

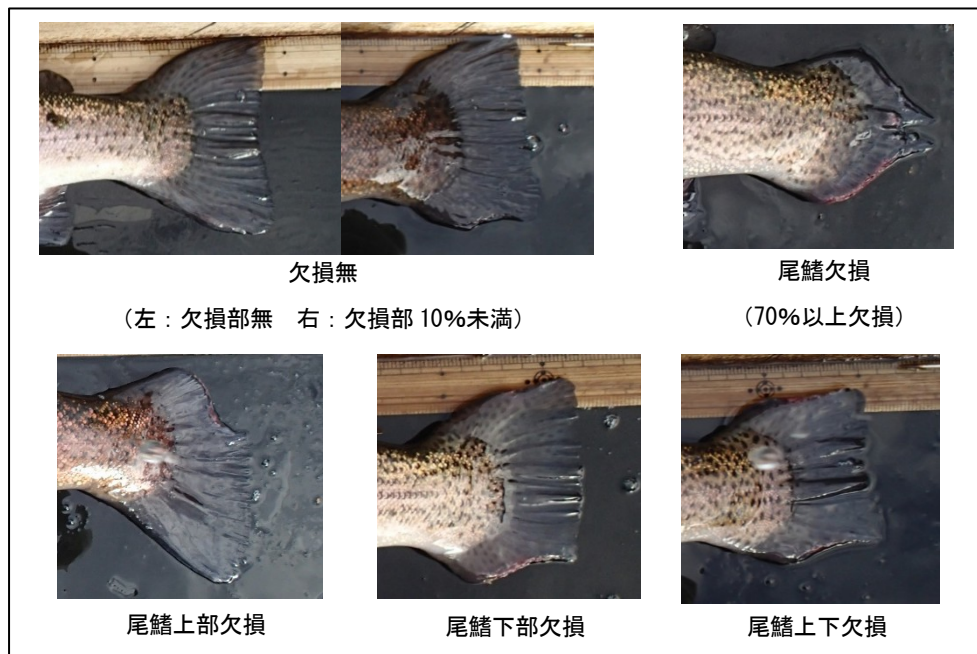


図4. 尾鰭の欠損状態

結果と考察

1. 新規養魚場での養殖検討

(1) 成長確認

図6にフィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均尾又長の推移、図7に平均被鱗体長の推移、図8に平

均体重の推移、図9に体重のヒストグラムを示した。

試験終了の2024年12月6日時点で、平均尾叉長542mm (Max:626、Min:472)、平均被鱗体長500mm (Max:572、Min:426)、平均体重2,631g (Max:3,658、Min:1,545)であった(図8)。最終生産尾数は108尾(内、2尾は成熟した二倍体魚)で生残率は72%であった。また、品質基準体重2kgを超えていた個体は93尾で生残した個体の86.2%であった(図9)。基準を下回った個体は13尾と12.0%出現したが、体重の範囲は1.5-1.9kgであり、通常青い森紅サーモンの出荷は11月から翌3月頃まで続くことから出荷期間中に品質基準体重2kgに達し、出荷できる可能性は高く、野辺地で生産された青い森紅サーモンの出荷体重については、品質基準を満たしていたと判断された(図5)。



図5. 品質基準体重2kgを満たした野辺地産の青い森紅サーモンと生産者

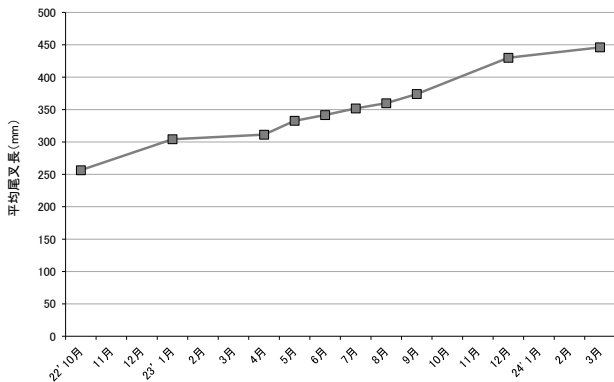


図6. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均尾叉長の推移

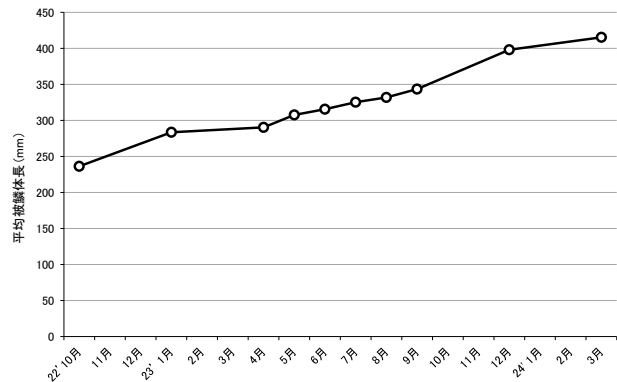


図7. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均被鱗体長の推移

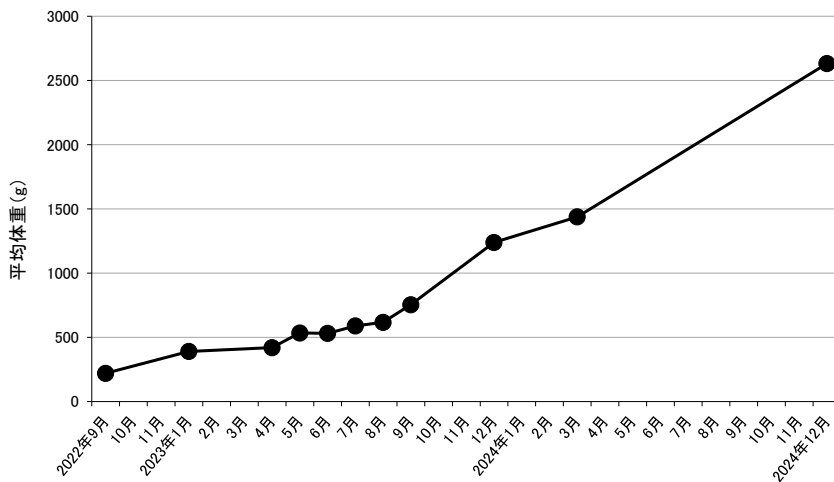


図8. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの平均体重の推移

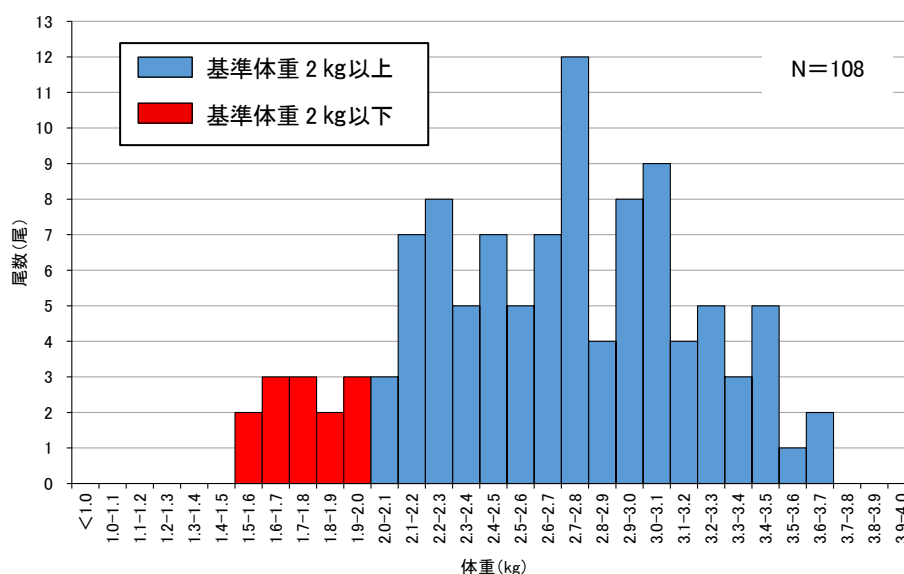


図9. フィッシングパークのへじにおける青い森紅サーモンの体重のヒストグラム

(2) 評価

1) 一般成分

野辺地産青い森紅サーモンの一般成分分析結果を表1に示した。

一般成分及び身色の結果について、野辺地産青い森紅サーモン（以下、野辺地紅サーモン）は水分62.7%、灰分1.1%、粗脂肪17.9%、粗蛋白18.9%であった。また、これまで分析した内水面研究所で生産した青い森紅サーモン⁴⁾（以下、内水研紅サーモン）、市販品の青い森紅サーモン（以下、市販紅サーモン）、青森県産海面養殖サーモン⁴⁾（以下、海面サーモン）と比較したところ、水分について野辺地紅サーモンは海面サーモンに次いで低く、灰分は一番低く、粗蛋白は海面サーモンに次いで低かった。粗脂肪については海面サーモンと比べ低かったが、各紅サーモンの中では最も高かった。野辺地紅サーモンの粗脂肪が内水研紅サーモンと比べ2倍程高かったことについては、平均体重も差が無く、青い森紅サーモン専用餌の給餌期間も同じであるため不明である。市販の紅サーモンとの差については、粗脂肪は体重の増加で高くなると報告されていることから³⁾、平均体重の差によるものと考えられた。

野辺地紅サーモンの粗脂肪については、品質基準の4-12%程度¹⁾を5.9ポイント超えていたことから、粗脂肪を低く抑える工夫として給餌方法などの改善を行う必要があると考えられた。

表1. 野辺地産青い森紅サーモンの一般成分分析結果

	体重 (g)	水分 (%)	灰分 (%)	粗脂肪 (%)	粗蛋白 (%)	分析年	
個別値	2,830	63.9	1.1	16.9	18.8	2024	
	野辺地産 青い森紅サーモン	3,125	63.0	1.1	17.7	19.0	2024
平均値	3,480	61.2	1.1	19.1	19.0	2024	
	野辺地産 青い森紅サーモン	3,145	62.7	1.1	17.9	18.9	2024
	内水研産 青い森紅サーモン	2,978	68.1	1.9	9.5	20.5	2020
	青森県産（市販品） 青い森紅サーモン	2,173	71.1	1.3	7.1	20.5	2022
	青森県産 海面養殖サーモン	-	59.5	1.6	22.9	16.0	2020

2) 破断強度

表 2 に野辺地産青い森紅サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の荷重値、図 10 に野辺地産青い森紅サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の平均荷重を示した。

No. 1 の個体の平均荷重は 280.3g、No. 2 の個体で 373.5g、No. 3 の個体で 345.3g であった。体重と破断強度との関係は弱く、荷重値の違いは個体差によるものと考えられた。青い森紅サーモンを対象とした破断強度を測定した結果がなかったため、青森県産の海面養殖サーモンを対象とした結果と比較した。海面養殖サーモンの平均荷重は 186.1g と、野辺地産紅サーモンの値と比べ低い値であった。このことから、野辺地産紅サーモンの食感(噛み応え)は、海面養殖サーモンと比べ、硬いものと思われた。

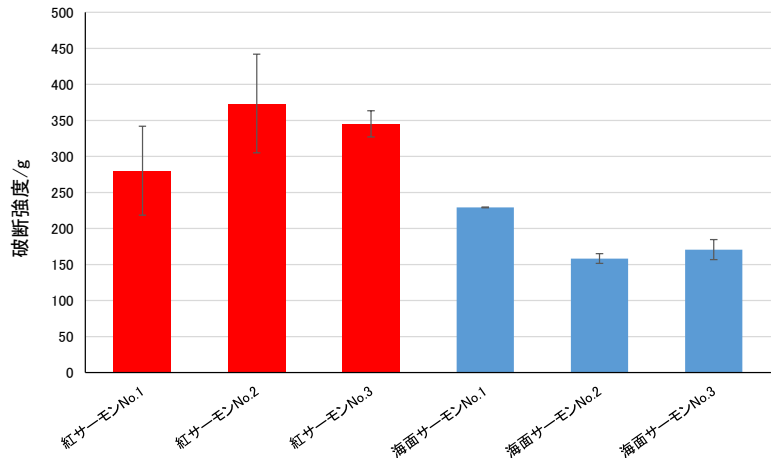


図 10. 野辺地産青い森紅サーモン及び青森県産海面養殖サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の平均荷重

表 2. 野辺地産青い森紅サーモン及び青森県産海面養殖サーモンの活締め脱血処理 24 時間後の荷重値

サンプル名	No.	体重 (g)	荷 重				平均荷重	総平均荷重	標準偏差
			1 回目	2 回目	3 回目	4 回目			
野辺地産 青い森紅サーモン	No.1	2,830	315	246	200	360	280.3	333.0	39.1
	No.2	3,125	423	355	270	446	373.5		
	No.3	3,480	320	354	362	-	345.3		
海面養殖サーモン	No.1	3,765	230	229	229	-	229.3	186.1	31.0
	No.2	2,990	164	149	162	-	158.3		
	No.3	3,040	180	151	181	-	170.7		

単位：g

3) 肉色

図 11 にサーモン肉色判別用カラーチャート (SalmoFan™) による肉色の比較について示した。

野辺地産紅サーモンの SalmoFan™ 番号は平均で No. 29.3 と、品質基準の No. 28 以上を満たしており、内水研及び市販紅サーモンと比べても大きな差はなかった。

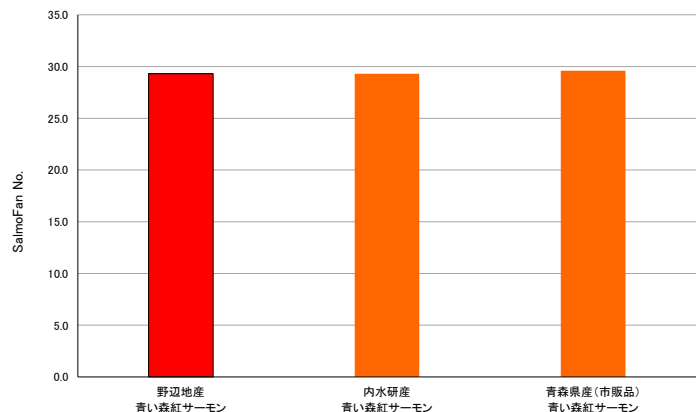


図 11. サーモン肉色判別用カラーチャート (SalmoFan™) による肉色の比較

4) 食味試験

表3に野辺地産青い森紅サーモンの食味試験後のコメントを示した。

脂が少し少ない、配合飼料やヒバ・杉の匂いが少しあるなどといった否定的なコメントが若干あったが、美味しい、歯ごたえ及び食感が良いなどの肯定的なコメントが多かった。食味試験からも野辺地で生産された青い森紅サーモンの評価は高いと思われた。

表3. 野辺地産青い森紅サーモンの食味試験後のコメント

試験者番号	1日目（ハラス部分）	2日目（背肉部分）
1	臭みは無く美味しい。以前に食べた紅サーモンより脂が少なく感じる	昨日より柔らかくなって美味しい
2	脂感は少ないが食感が良く美味しい	昨日と食感が違うが今日の方が好み
3	しっかりとした歯ごたえが良い	今日も美味しいが昨日の硬い食感の方が好き
4	臭みは感じない。美味しい	若干杉の香りがする
5	市販の紅サーモンと変わらず美味しい	昨日より味わいがあって美味しい
6	ゴリゴリ歯ごたえがあって市販の紅サーモンより脂少な目だけど、野辺地産の方が好み	美味しいが昨日のゴリゴリと食感の方が好き
7	噛み応えがあり、脂のり少なめだが、サッパリとした感じで美味しい	食感が柔らかくなったが美味しい。好みの問題だと思う
8	ヒバ花粉の風味がした。少し苦手	昨日よりヒバ花粉の香りが弱くなった。個体差かもしれない
9	歯応えがあって美味しい	美味しいが昨日の歯応えが好み

	1日目	2日目（背肉・ハラス部分）
10	実施せず	臭みは感じない。美味しい
11		脂は若干少なく感じるが美味しい
12		美味しい
13		脂は少ないが美味しい
14		若干、配合飼料臭を感じるが美味しい
15		程よい脂で美味しい
16		臭みは感じない。美味しい
17		問題なく紅サーモンとして出荷できる
18		配合飼料臭？少し臭みを感じるが美味しい。でも、海面サーモンの方が好み
19		美味しい
20		臭みを感じるが、美味しいと思う
21		美味しい
22		美味しい

2. 多量給餌による成長促進効果の検証

図12に多量給餌による青い森紅サーモンの平均体重の推移、表4に多量給餌による青い森紅サーモンの給餌率について、図13に試験期間中の飼育水温の推移を示した。

2025年3月31日現在の平均体重は多量給餌区では1,078g (Max:1,525、Min:677)、標準給餌区では677g (Min:557g、Max:825g)であった。内水面研究所におけるこれまでの餌料効率などから、内水面研究所の環境下では多量給餌区は1年11か月で品質基準体重2kgに達し、標準給餌区は2年3か月を要すると推定され、多量給餌区の方が4か月早く出荷サイズになることが分かった。しかし、これはあくまでも推定体重であることから、今後も飼育を継続しデータを収集することとする。多量給餌を行った結果、実際の摂餌量は体重23gまではライトリッツ給餌率の80%と低く、23-62gで110%と高くなり、62g以上で設定した130%となったことから、青い森紅サーモンは体重62gから多量給餌による成長促進が望めるものと考えられた。試験期間中の飼育水温は8.7-16.1℃で推移した。

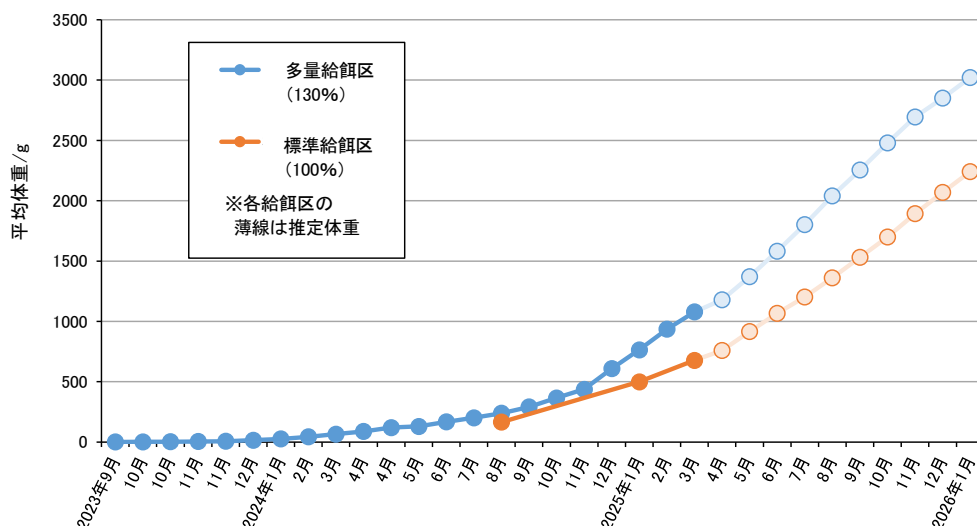


図 12. 多量給餌による青い森紅サーモンの平均体重の推移

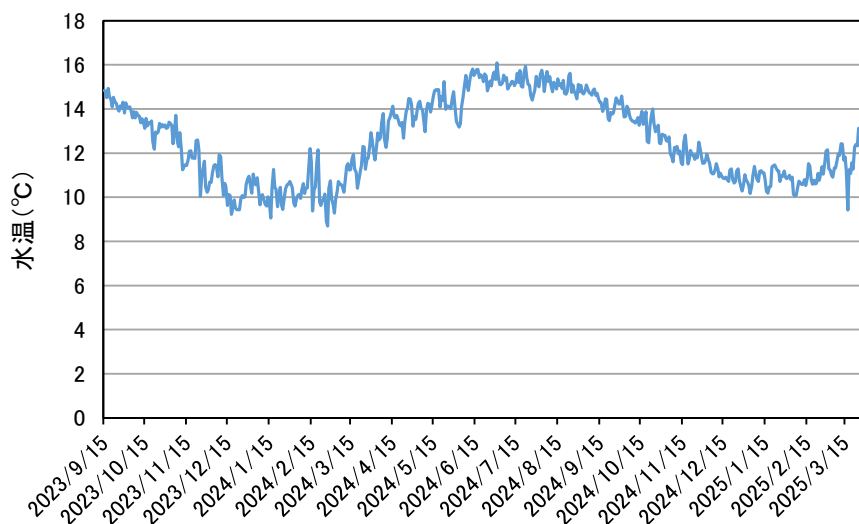


図 13. 試験期間中の飼育水温の推移

表 4. 多量給餌による青い森紅サーモンの給餌率

単位: %

体重(g)	0.18>	0.18-1.5	1.5-5.1	5.1-12	12-23	23-39	39-62	62-92	92-130	130-180	180-445	445-945
ライトリッツ給餌率 (標準給餌)	5.7	4.8	3.9	3.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	-
多量給餌率[計画] (130%給餌)	7.4	6.2	5.1	3.9	3.0	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.3	-
多量給餌率[実際] (130%給餌)	-	3.7	3.0	2.6	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.4	1.3	1.2
ライトリッツ給餌率との差 (実際の給餌率÷ライトリッツ給餌率)	-	77%	77%	87%	78%	106%	113%	129%	142%	127%	130%	-

※ 水温12°C(湧水)一定とした給餌率。

3. 酸素溶解機を用いた飼育試験

(1) 飼育試験

図 14 に酸素溶解機を用いて飼育した青い森紅サーモンの体重のヒストグラムを示した。

酸素溶解機(水中ポンプ)を用いて高密度飼育した結果、試験終了時の平均体重は2,392g (Max:3,927、Min:512)と品質

基準体重 2kg を超えていた (図 15)。また、生残尾数は 133 尾で生残率 95% であった。例年の青い森紅サーモンの公式販売開始月である 11 月 (3 歳 4 か月) までに品質基準体重を超えた個体は 99 尾、販売シーズン最終月の 3 月 (3 歳 8 か月) までに品質基準体重を超える個体は 24 尾であった。このことから高密度飼育においても 92.4% の個体が出荷可能サイズまで飼育できることが分かった。最終的な密度は 4.1% で、マニュアル基準¹⁾より 36% 増で飼育可能であることを確認した。

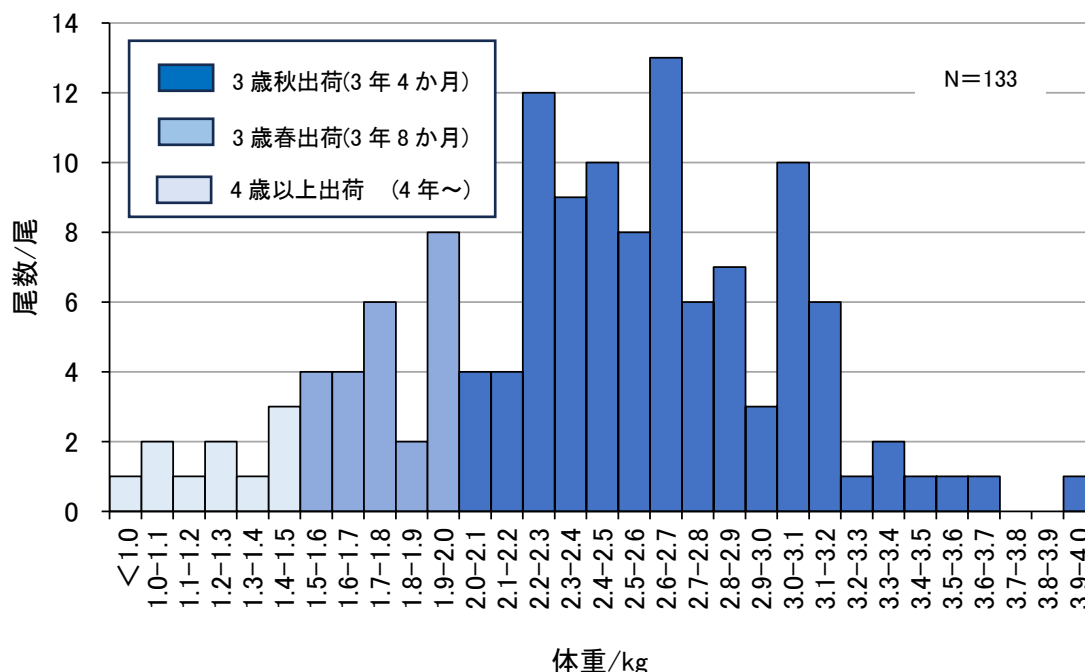


図 14. 酸素溶解機を用いて飼育した青い森紅サーモンの体重のヒストグラム

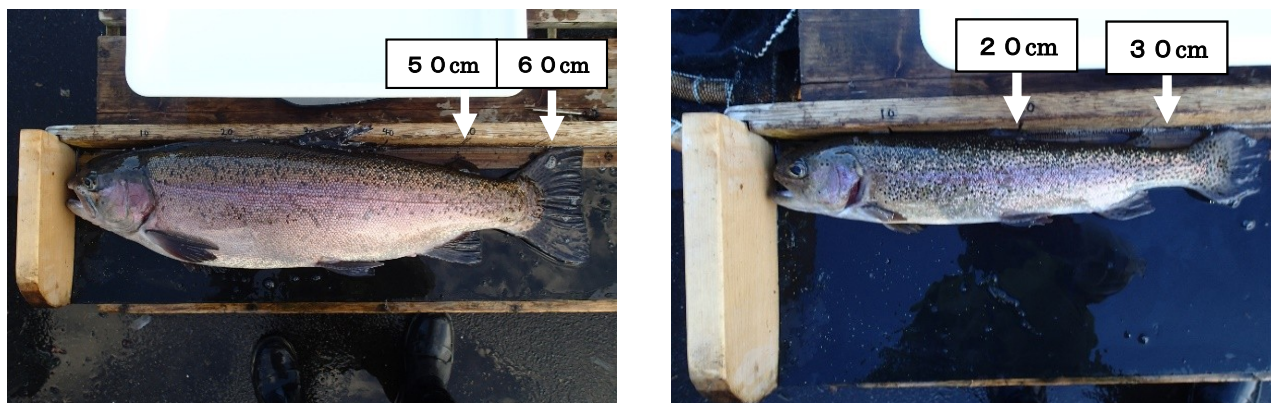


図 15. 酸素溶解機を用いて飼育した青い森紅サーモン (左: 最大魚 BW3,927g 右: 最小魚 BW512g)

(2) 高密度飼育による尾鰭欠損の確認

表 5 に酸素溶解機を用いた高密度飼育による尾鰭欠損の有無について示した。

マニュアル基準を超えた飼育密度で飼育した場合の尾鰭欠損の結果については、欠損無の個体が最も多く 44 尾 (34%)、尾鰭上部欠損は最も少なく 7 尾 (5%)、尾鰭下部欠損は 25 尾 (19%)、尾鰭上下欠損は 31 尾 (24%) であった。出荷するには不適と思われる尾鰭の 70% 以上を欠損した個体については、24 尾と全体の 18% であった。なお、2 尾については撮影及び記録もれにより評価できなかったことから、結果から除外した。

体重別では 2.5kg 以下の軽い個体では欠損無の割合は低く、尾鰭欠損の割合が高かった。特に体重 1.5-2.0kg の範囲においては 50% が尾鰭欠損であった。出荷可能な 3 歳 4 か月の個体では一部 2.0-2.5kg の範囲で尾鰭欠損が 20% と高いが、

2.5kg 以上では 4-5% と低いことから、全体的には外観が大きく損なわれることがなく、酸素溶解機による高密度飼育を行っても十分に出荷可能な青い森紅サーモンを生産できるものと考えられた。

表 5. 酸素溶解機を用いた高密度飼育による尾鰭欠損の有無

	単位:尾				
	欠損無 (欠損10%未満も含む)	尾鰭 上部欠損	尾鰭 下部欠損	尾鰭 上下欠損	尾鰭欠損 (70%以上欠損)
体重1.5kg未満 (割合)	3 (25%)	1 (8%)	2 (17%)	4 (33%)	2 (17%)
体重1.5-2.0kg (割合)	4 (17%)	0 (0%)	1 (4%)	7 (29%)	12 (50%)
体重2.0-2.5kg (割合)	10 (29%)	1 (3%)	5 (14%)	12 (34%)	7 (20%)
体重2.5-3.0kg (割合)	16 (43%)	3 (8%)	11 (30%)	5 (14%)	2 (5%)
体重3.0kg以上 (割合)	11 (48%)	2 (9%)	6 (26%)	3 (13%)	1 (4%)
合 計 (割合)	44 (34%)	7 (5%)	25 (19%)	31 (24%)	24 (18%)

(3) 飼育環境モニタリング

図 16 に試験期間中の溶存酸素量の推移を示した。

飼育環境モニタリングシステムによる溶存酸素量をモニタリングした結果、試験期間中の溶存酸素量は最高値で 13 mg/L を超え、最低値で 3 mg/L を下回ったが、概ね 6-9 mg/L で推移していた。青い森紅サーモンの飼育マニュアルでは、排水部の溶存酸素量は 4 mg/L を下回らないようにすることとあるため¹⁾、期間中に 4 mg/L を下回った回数を計測したところ、計 15 回下回っていた。しかし、その原因は主にセンサーの汚れや、巻貝の付着による誤作動によるもので、洗浄及び巻貝の除去後直ちに値は回復した。このことから、酸素溶解機を用いて青い森紅サーモンの高密度飼育を行った場合でも、溶存酸素量は基準値を下回らないことが分かった。

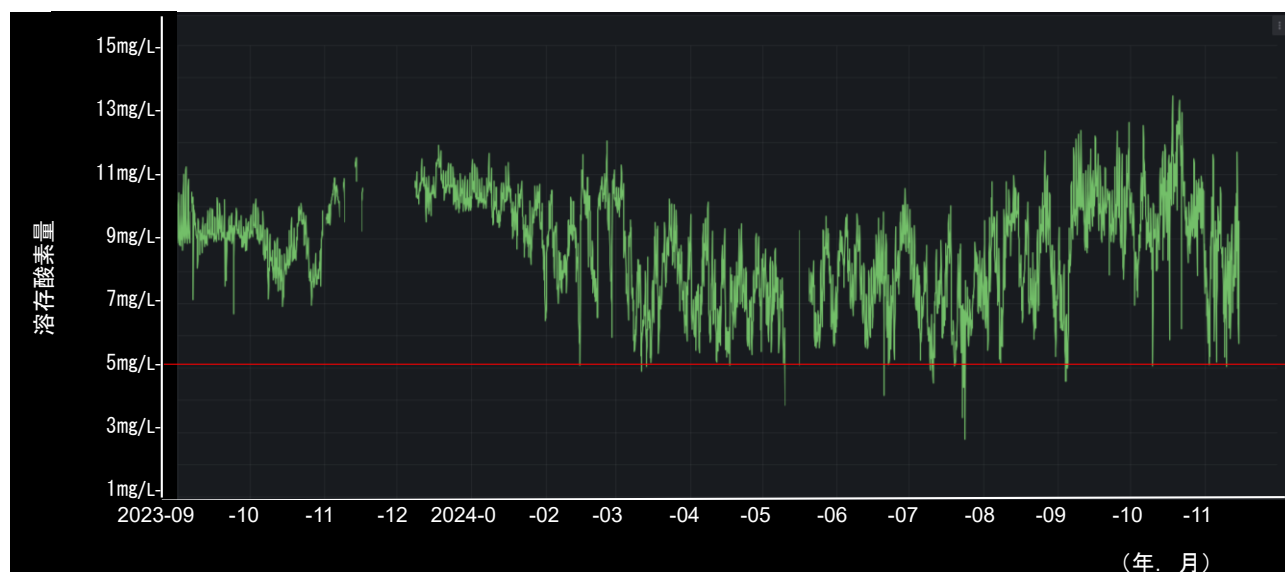


図 16. 試験期間中の溶存酸素量の推移

文 献

- 1) 「青い森紅サーモン」生産マニュアル(2020). 青森県産業技術センター内水面研究所
- 2) 前田穰・成田留衣・沢目司・松田忍(2019)海面サーモンの地域特産品化技術事業. 2019・2020年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 53-54.
- 3) 鳴海一侑・牛崎圭輔・高橋進吾・松田忍・沢目司(2022) 「青い森紅サーモン」生産力強化事業. 2022年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 16-21.
- 4) 成田瑠衣(2019)売れる「新サーモン」利用促進事業. 2019・2020年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 35-49.

海面養殖サーモン一大産地化プロジェクト事業

鈴木 亮・前田 穂・鳴海 一侑・佐藤 淳二¹

目 的

サーモン海面養殖の拡大に向けた新たなプレーヤー組織づくりを目指し、さけますふ化場及び養魚場での海面養殖用種苗の生産実証試験を行う。また、サーモン飼料の供給確保、価格低減を目的に県産原料や簡易な加工機器を用いたサーモン飼料の開発を行う。

材料と方法

1. さけますふ化場及び養魚場での種苗生産実証試験

野辺地川漁業協同組合（以下、野辺地川漁協）と内水面研究所（以下、内水研）で種苗生産実証試験を実施した。内水研は海面養殖用種苗の種卵（発眼卵）の提供、飼育指導及び魚体測定、作業補助など、野辺地川漁協は発眼卵以降における供試魚の飼育に関する管理を行った。

(1) 2023 年産海面養殖用種苗【予備試験】

1) 供試魚（供試卵）

2023 年 11 月 27 日に母系にスチールヘッド系ニジマス、父系にスチールヘッド系ニジマスを掛け合わせて作出したスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体の種卵を、同年 12 月 15 日に発眼卵で 2 万粒提供した（表 1）。

表 1. 2023 年産の採卵・採精親魚

生産年	雌雄	尾数 (尾)	尾又長(mm)			標準被鱗体長(mm)			体重(g)		
			平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
2023	全雌二倍体	25	550.5	502	584	516.4	476	548	2,347	1,740	2,734
	偽雄	30	516.2	456	584	477.4	406	548	1,822	1,174	2,400

2) 試験場所

2023 年 12 月 15 日-2024 年 4 月 20 日までは野辺地川漁協さけます第 1 ふ化場、2024 年 4 月 20 日-11 月 22 日まではフィッシングパークのへじにおいて、実証試験を行った。

3) 飼育管理

2023 年 11 月 27 日にさけます第 1 ふ化場屋内の浮上槽へ、発眼卵約 2 万粒（積算温度 233.7°C）を収容し、試験を開始した。飼育水には地下水をかけ流しで使用した。飼育水の水温は自記式水温計（Onset 社製、Tidbit®V2）で測定した。ふ化した稚魚が浮上した後、同ふ化場屋内に設置した小型水槽（長さ 180cm×幅 90cm×水深 20cm）に稚魚を移動し、12 月 20 日から給餌を開始した。2024 年 1 月 20 日には同ふ化場内のサケ稚魚池へ移し、4 月 20 日まで飼育を行った。

2024 年 4 月 20 日に飼育している稚魚全数をさけます第 1 ふ化場よりフィッシングパークのへじのコンクリート池（長さ 1095cm×幅 160cm×深さ 80cm）へ収容し、試験を継続した。飼育水には河川水をかけ流しで使用した。飼育水の水温はポータブル水温計で測定した。

4) 給餌

さけます第 1 ふ化場における飼育期間中の給餌量は、大渡の給餌率表¹⁾（表 2：ライトリッツの給餌率表の改定版）の区分 1-7（表 2 の黄色示した部分）を目安に給餌した。餌料には市販のマス類用飼料（日本農産工業㈱）：EX ます LPS クラ

¹ 野辺地川漁業協同組合

ンブル 1-4 号(粒径 : 0.5-1.6mm) を魚の成長に合わせ粒径を変え使用した。

フィッシングパークのへじにおける飼育期間中の給餌量は、海面養殖用種苗生産の効率化に向けて淡水育成期間を短縮することを目的に内水面研究所で開発した生産技術である 150%給餌²⁾を基に、ライトリッツの給餌率区分 6-11 (表 3 の黄色で示した部分) の最大 130%で給餌率を計算し、給餌した。餌料には市販のマス類用飼料 (株式会社科学飼料研究所 : にじます育成用ペレット 2-4.5P (粒径 : 2.5-4.5mm)) を魚の成長に合わせ粒径を変え使用した。

表 2. 大渡の給餌率表 (ライトリッツの給餌率の改定版)

区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
体重(g)	0.18>	0.18~1.5	1.5~2.0	2.0~5.1	5.1~12	12~23	23~39	39~62	62~92	92~130	130~180	180~445
水温(°C)												
10	3.9	3.4	2.6	2.6	2.1	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
11	4.2	3.6	2.9	2.9	2.2	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.8
12	4.6	3.8	3.1	3.1	2.4	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
13	5.0	4.2	3.4	3.4	2.6	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0
14	5.4	4.5	3.6	3.6	2.8	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1

* 給餌率は魚体重に対する%で示す

表 3. ライトリッツの給餌率表

体重	0.18g>	0.18~1.5	1.5~5.1	5.1~12	12~23	23~39	39~62	62~92	92~130	130~180	180<
区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
全長	25mm>	25~50	50~75	75~100	100~125	125~150	150~175	175~200	200~225	225~250	250<
水温											
2°C	2.6	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
3	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
4	3.1	2.5	2.0	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
5	3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
6	3.6	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6
7	3.9	3.2	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7
8	4.2	3.5	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
9	4.5	3.8	3.1	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
10	4.9	4.2	3.3	2.6	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
11	5.3	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
12	5.7	4.8	3.9	3.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
13	6.2	5.2	4.2	3.2	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	1.1
14	6.7	5.6	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
15	7.2	6.0	4.9	3.8	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.3
16	7.7	6.4	5.2	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
17	8.3	6.8	5.6	4.4	3.3	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
18	8.8	7.3	6.0	4.8	3.5	2.8	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
19	9.3	7.9	6.4	5.1	3.8	3.0	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6
20	9.9	8.2	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7

* 給餌率は魚体重に対する%で示す

5) 試験出荷

試験出荷の 1 か月前の 2024 年 10 月 20 日に奇形個体及び体重 350g 以下の小型個体の除去を目的に選別作業を行った。同時に個体数の計数、体重測定を行った。2024 年 11 月 21 日及び 22 日に、生産した海面養殖用種苗を北彩漁業生産組合へ試験出荷した。

(2) 2024 年産海面養殖用種苗【本試験】

1) 供試魚 (供試卵)

2024 年 11 月 18 日に母系にスチールヘッド系ニジマス、父系にスチールヘッド系ニジマスを掛け合わせて作出したスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体 (以下、スチール系) の種卵を、同年 12 月 6 日に発眼卵で 2 万粒提供した (表 4)。また、2025 年 3 月 19 日にスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体の稚魚 5,000 尾を同ふ化場へ収容した。

表 4. 2024 年産の採卵・採精親魚

生産年	雌雄	尾数 (尾)	尾叉長(mm)			標準被鱗体長(mm)			体重(g)		
			平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
2024	全雌二倍体	24	515.7	472	631	477.6	436	592	1,969	1,463	2,819
	偽雄	30	546.5	480	600	496.5	446	554	2,206	1,462	3,112

2) 試験場所

2024 年 12 月 6 日-2025 年 3 月 31 日現在までさけます第 1 ふ化場において実証試験を実施中。

3) 飼育管理

2024 年 12 月 6 日にさけます第 1 ふ化場屋内の浮上槽へ、発眼卵約 2 万粒（積算温度 226.1℃）を収容し、試験を開始した。飼育水には地下水をかけ流して使用した。飼育水の水温は自記式水温計（Onset 社製、TidbiT®V2）で測定した。ふ化した稚魚が浮上した後、同ふ化場屋内に設置した小型水槽（長さ 180cm×幅 90cm×水深 20cm）に稚魚を移動し、12 月 27 日から給餌を開始した。2025 年 1 月 30 日には同ふ化場内のサケ稚魚池へ移した。3 月 19 に収容したスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体の稚魚 5,000 尾については、3 月 31 日まで飼育を行った。

4) 給餌

さけます第 1 ふ化場における飼育期間中の給餌量は、大渡の給餌率表の区分 1-7（表 2 の黄色で示した部分）を目安に給餌した。餌料には市販のマス類用飼料（日本農産工業㈱：EX ます LPS クランブル 1-3 号(粒径：0.5-1.0mm)）を魚の成長に合わせ粒径を変え使用した。

2. 県産原料を用いたサーモン飼料の開発

青森県産の魚粉、魚油、酒粕、米ぬかを主原料として日本農産工業株式会社に委託製造させたサーモン養殖用飼料（以降、県産サーモン飼料）をスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体に給餌し、市販サーモン飼料を給餌した場合と比較した。

結果と考察

1. さけますふ化場及び養魚場での種苗生産実証試験

(1) 2023 年産海面養殖用種苗

さけます第 1 ふ化場における飼育期間中の水温は 12-13℃の範囲内で、安定した水温であった。フィッシングパークのへじにおける飼育期間中の水温は、さけます第 1 ふ化場から移動してきた 2024 年 4 月 20 日-7 月 21 日までは 10-17℃と、ニジマスの至適水温の範囲内であったが、7 月 22 日-9 月 20 日は至適水温を超える水温が 59 日間続いた。9 月 21 日以降は徐々に下降し、7-17℃で推移した（図 1）。

2024 年 10 月 20 日の選別後の個体数は 4,060 尾、平均体重 405.3g (Min:355, Max:492) であった（図 2）。

試験出荷については 2024 年 11 月 21 日に、北彩漁業生

産組合所有のトラックに 250kg、170kg、224kg、120kg の 4 回で合計 764kg を積込み、北彩漁業生産組合の海水馴致生簀まで運搬した。2024 年 11 月 22 日は、北彩漁業生産組合所有のトラックに 199kg、150kg、241kg、208kg の 4 回で合計

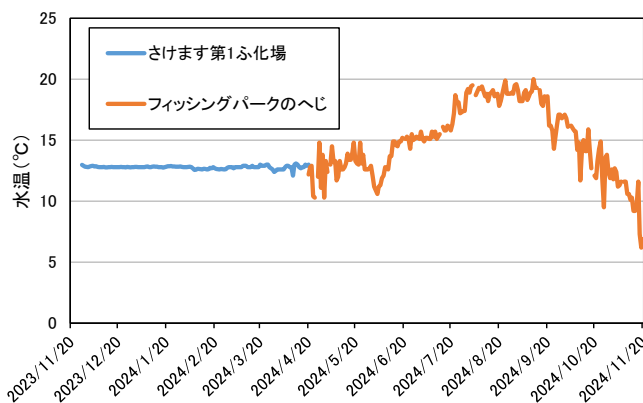


図 1 飼育水温の推移

798kg、野辺地川漁協所有のトラックに175kg、74kgの2回で合計249kgを積み込み、運搬した。11月21日、22日の合計で1,811kgの種苗を、大畑漁港に設置してある水道水50%、海水50%の海水馴致生簀に投入し、海水馴致を行った(図3)。11月23日夕方に100%海水で馴致完了した。馴致完了後は5m×10m生簀に移し、沖合生簀に收容した。積み込み作業から運搬、海水馴致生簀へ收容までのへい死はなく、種苗の状態は良好であった。また、2025年1月17日の聞き取りでは海水馴致時やその後のへい死はほとんどなく、餌食いや成長にも問題はない。



図2 2023年産海面養殖用種苗の選別作業及び魚体測定



図3 2023年産海面養殖用種苗の積み込み・運搬～海水馴致

(2) 2024年産海面養殖用種苗

2024年12月6日に、收容した海面用種苗がへい死しているとの連絡があり、2025年1月30日に状況確認を行ったところ、ほとんどの種苗がへい死している状態で、生残している個体も緩慢遊泳、痩せてピンヘッド状態(TL:約3cm)であった。また、聞き取りから餌付け開始タイミングが数日遅かったことから、へい死の原因は摂餌不良によるものと思われた。

このため、2025年3月19日にスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体の稚魚5,000尾(平均体重4g)を追加で、さけます第一ふ化場へ收容し、継続して試験を実施中。

2. 県産原料を用いたサーモン飼料の開発

2024年6月に採卵し、育成したスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体を体重で選別し、個体数20尾、平均体重24.3～24.4g、変動計数(標準偏差×100/平均体重)5.4～7.7の4試験群として調整し、2試験群に県産サーモン飼料、2試験群に市販サーモン飼料を給餌した。給餌は3月15日に開始し、給餌量は大渡の給餌率表に従った。全ての試験群での餌食いの状態は旺盛で、3月17日時点で、県産サーモン飼料と市販サーモン飼料での違いは確認できなかった。6月まで試験を継続する予定。

文 献

- 1) 大渡宏・田中深貴男(1977)ニジマス飼育管理に関する研究-II. 給餌率と成長について. 山梨県水産指導所 山梨県水産指導所研究報告第3号.
- 2) 前田穰・成田留衣・沢目司・松田忍(2019)海面サーモンの地域特産品化技術事業. 2019・2020年度地方独立行政法人青森県産業技術センター 内水面研究所事業報告書, 53-54.

サーモンの養殖技術に関する試験・研究開発

鳴海 一侑・鈴木 亮・沢目 司・松田 忍

目的

育成に関わるコスト削減のため短期養殖が可能な淡水養殖ニジマスの開発及び、海面養殖用種苗生産の安定化及び品質向上に向けた新規海面養殖用サーモン系統の開発を行う。

材料と方法

1. 淡水養殖用の新規系統の作出

2023年7月11日に、淡水養殖用の新系統候補(青森系ニジマス(雌)×スチールヘッド系ニジマス(偽雄)全雌三倍体(以下、青スチ全雌三倍体))を作出し、卵径及び卵重量の測定を行った後、受精率(%:受精率=(総卵数-死卵数)/総卵数×100)、発眼率(%:発眼率=(総卵数-死卵数-小眼卵数)/総卵数×100)、浮上率(%:浮上率=浮上尾数/供試卵数×100)、奇形率(%:奇形率=奇形尾数/孵化尾数×100)を算出した。

試験に用いた親魚は2022年12月22日から電照により長日処理¹⁾を行い、2023年6月8日から7日間隔で2-フェノキシエタノールを3,000倍に希釈して麻酔をかけ、腹部をさわって採卵できる親魚を選び(以下、熟度鑑別)、排卵を確認した青森系ニジマス雌22尾と、予め採精可能なことを確認したスチールヘッド系ニジマス偽雄を10尾用いた。ニジマスの卵は、排卵直後が最も発眼率、受精率が高く、日数の経過にともなって両率が低下することがわかっているため²⁾、搾出した卵はLEDライトパネルを用いて底面から透過し(図1)、目視により油球の分布を確認することで発生段階を確認し、○、△、×と卵質の選別を行い(図2)、油球が全体に散在している卵(○)及び、やや油球分布に勾配のみられる卵(△)を0.9%食塩水で3回程度洗卵し、卵に精子をかけた後1.1%炭酸水素ナトリウム水溶液で媒精し、水産用イソジンをを用いて調整した有効ヨウ素濃度50ppmの消毒液で15分間消毒した後に吸水処理を行った。また、油球が凝集し塊に見える卵は受精に不適な状態(×)と判断して除外した。全雌三倍体化については、受精卵を吸水10分後に恒温水槽(アドバンテック東洋社製、TBR601DB)で26℃・20分間温度処理を行い、第二極体放出を阻止して作出したものを用いた。対照として、2023年7月4日に青森系ニジマス雌を25尾、海水耐性系ドナルドソンニジマス偽雄を5尾用いて、既存の大型系統である「青森系ニジマス(雌)×海水耐性系ドナルドソンニジマス(偽雄)全雌三倍体」を作出し、2023年9月15日から両群において飽和給餌による給餌試験を開始し、成長比較を実施した。



図1. LEDライトパネルによる卵の選別



図2. 油球の分布による卵質の判定(左から○、△、×)

2. 海面養殖用の新規系統の作出

2024年12月2日に海面養殖用の新系統候補(スチールヘッド系ニジマス(雌)×海水耐性系ドナルドソンニジマス(偽雄)全雌二倍体(以下、スチドナ全雌二倍体))を作出し、2024年12月3日に海水耐性系ドナルドソンニジマス(雌)×スチールヘッド系ニジマス(偽雄)全雌二倍体(以下、ドナスチ全雌二倍体))を作出し、卵径、卵重量の測定及び、受精率、発眼率、浮上率、奇形率の算出を行い既存系統であるスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体と比較した。また、スチドナ全雌二倍体の作出にはスチールヘッド系ニジマス雌を43尾、海水耐性系ドナルドソンニジマス偽雄を11尾用い、ドナスチ全雌二倍体の作出には、海水耐性系ドナルドソンニジマス雌を13尾、スチールヘッド系ニジマス偽雌を16尾用いた。対照区のスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体についてはスチールヘッド系ニジマス雌5尾、スチールヘッド系ニジマス偽雌4尾を用いた。熟度鑑別の間隔や搾出卵の卵質判定は前述と同様に実施した。

結 果

1. 淡水養殖用の新規系統の作出

青スチ全雌三倍体及び、青ドナ全雌三倍体の作出に用いた親魚の平均尾叉長、平均標準体長、平均体重は以下の表1の通りだった。

表1. 受精に用いた親魚の測定結果

試験区	雌親魚			雄親魚		
	尾叉長(cm)	標準体長(cm)	体重(g)	尾叉長(cm)	標準体長(cm)	体重(g)
青スチ全雌三倍体	51.5	47.3	2,293	60.3	56.3	3,280
青ドナ全雌三倍体	51.2	47.4	2,000	53.8	49.8	2,013

青スチ全雌三倍体作出時の卵質判定結果は○が13尾、△が9尾、×が8尾であり、青ドナ全雌三倍体では○が11尾、△が14尾、×が5尾だった。どちらの群も×が2割程度みられたが除外し受精に用いなかった。

青スチ全雌三倍体の卵径は5.0mm、卵重量は77.8mg、受精率、発眼率、浮上率、奇形率はそれぞれ57.5%、50.2%、82.9%、7.8%だった。対照区の青ドナ全雌三倍体では卵径は5.0mm、卵重量は76.6mg、受精率、発眼率、浮上率、奇形率は71.1%、58.9%、85.7%、7.7%だった(表2)。

表2. 新規淡水養殖用系統の作出結果

試験区	卵径	卵重量	総卵数	発眼卵	小眼	死卵	受精率	発眼率	浮上率	奇形率
	(mm/粒)	(mg/粒)	(粒)	(粒)	(粒)	(粒)	(%)	(%)	(%)	(%)
青スチ全雌三倍体	5.0	77.8	3,158	1,586	230	1,342	57.5	50.2	82.9	7.8
青ドナ全雌三倍体	5.0	76.6	2,994	1,764	366	864	71.1	58.9	85.7	7.7

卵径や卵重量は母型が同群の青森系ニジマス雌であることから同等の結果であったが、新系統候補である青スチ全雌三倍体が既存の青ドナ全雌三倍体よりも、受精率及び、発眼率が若干低い結果となった。

2024年3月13日時点(飼育日数584日目)での成長比較では、青スチ全雌三倍体が1,516g、青ドナ全雌三倍体が1,078gとなり、新規系統候補が従来系統よりも1.4倍程度、成長が早いことを確認した(図3)。試験魚については継続して育成を行い、出荷基準である2,000gになるまでの必要な飼育日数などを調査予定である。

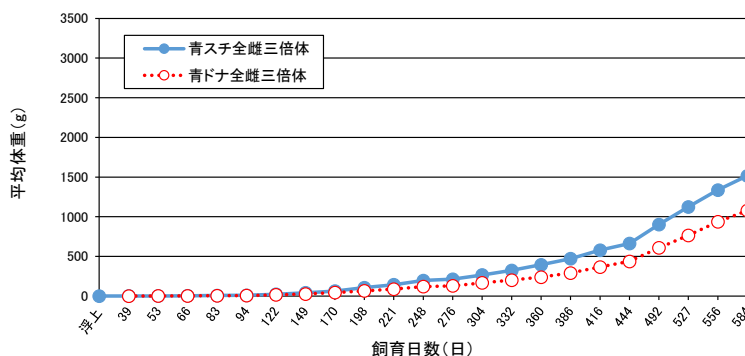


図3. 青スチ全雌三倍体と青ドナ全雌三倍体の成長比較

2. 海面養殖用の新規系統の作出

スチドナ全雌二倍体及び、ドナスチ全雌二倍体及び、スチールヘッド系ニジマス全雌二倍体の作出に用いた親魚の平均尾叉長、平均標準体長、平均体重は以下の表3の通りだった。

表3. 受精に用いた親魚の測定結果

試験区	雌親魚			雄親魚		
	尾叉長(cm)	標準体長(cm)	体重(g)	尾叉長(cm)	標準体長(cm)	体重(g)
スチドナ全雌二倍体	51.5	47.9	1,925	46.3	45.8	1,537
ドナスチ全雌二倍体	59.4	59.7	4,637	54.7	49.7	2,139
スチールヘッド系ニジマス全雌二倍体	55.5	52.5	2,456	63.5	59.7	3,755

スチドナ全雌二倍体作出時の卵質判定結果は○が26尾、△が18尾、×が0尾であり、ドナスチ全雌二倍体では○が3尾、△が10尾、×が0尾、スチールヘッド系ニジマス全雌二倍体では○が1尾、△が4、×が2尾だった。

スチドナ全雌二倍体の卵径は4.7mm、卵重量は70.4mg、受精率、発眼率、浮上率、奇形率は64.3%、62.0%、91.2%、5.7%だった。ドナスチ全雌二倍体の卵径は5.0mm、卵重量は86.2mg、受精率、発眼率、浮上率、奇形率はそれぞれ38.5%、37.0%、84.6%、9.7%だった。対照区のスチールヘッド系ニジマス全雌二倍体の卵径は5.4mm、卵重量は95.6mg、受精率、発眼率、浮上率、奇形率は42.6%、42.5%、99.0%、0.9%だった(表4)。なお、新規海面養殖用系統のスチドナ全雌二倍体及び、ドナスチ全雌二倍体は2024年12月27日に浮上が完了し、2025年3月13日時点で、両群とも2.8gに成長が確認され、2025年11月頃開始予定の海水飼育試験までに500gの目標体重に向けて育成中である。

表4. 新規海面養殖用系統の作出結果

試験区	卵径 (mm/粒)	卵重量 (mg/粒)	総卵数 (粒)	発眼卵 (粒)	小眼 (粒)	死卵 (粒)	受精率 (%)	発眼率 (%)	浮上率 (%)	奇形率 (%)
スチドナ全雌二倍体	4.7	70.4	5,488	3,402	126	1,960	64.3	62.0	91.2	5.7
ドナスチ全雌二倍体	5.0	86.2	4,416	1,635	64	2,717	38.5	37.0	84.6	9.7
スチールヘッド系ニジマス全雌二倍体	5.4	95.6	13,470	5,723	16	7,731	42.6	42.5	99.0	0.9

考 察

新規淡水及び海面養殖用系統の作出において発眼率は37.0~62.0%で推移したが、雄親魚にスチールヘッド系ニジマス偽雄を用いた場合(青スチ全雌三倍体、ドナスチ全雌二倍体、スチールヘッド系ニジマス全雌二倍体)とそうでない区(青ドナ全雌三倍体、スチドナ全雌二倍体)の平均発眼率は42.5%と60.9%と18.4%の差が確認され(表5、6)、当所で保有しているスチールヘッド系ニジマス偽雄と海水耐性系ドナルドソンニジマス偽雄とでは、精子の質に差がある可能性が示唆された。しかし、受精率や発眼率以外は問題なく、浮上率に関しては全ての試験区で82.9~91.2%と良い結果が得られ、新規系統作出に関する基礎的知見を得ることが出来た。

表5. スチールヘッド系ニジマス偽雄を用いた作出結果

試験区	総卵数 (粒)	死卵 (粒)	小眼 (粒)	発眼卵 (粒)	発眼率 (%)
ドナスチ全雌二倍体	4,416	2,717	64	1,635	37.0%
青スチ全雌三倍体	3,158	1,342	230	1,586	50.2%
スチールヘッド系ニジマス全雌二倍体	13,470	7,731	16	5,723	42.5%
平均	-	-	-	-	42.5%

表6. 海水耐性系ドナルドソンニジマス偽雄を用いた作出結果

試験区	総卵数 (粒)	死卵 (粒)	小眼 (粒)	発眼卵 (粒)	発眼率 (%)
青ドナ全雌三倍体	2,994	864	366	1,764	58.9%
スチドナ全雌二倍体	5,488	1,960	126	3,402	62.0%
平均	-	-	-	-	60.9%

文 献

- 1) 松坂洋、福田裕、長崎勝康、松田銀治、沢目司(1993)ニジマス周年採卵技術開発試験.平成3年度青森県内水面水産試験場事業報告書,1-8.
- 2) 酒井清、野村稔、隆島史夫、大渡斉(1975)ニジマス卵の過熱現象について-II. 日本水産学会誌, 41巻・8号,855-860.

内水面研究所の飼育施設で使用された水量

沢目 司・松田 忍

目 的

当所各飼育施設における水量の測定を行い、飼育魚等の飼育管理に資する。

材料と方法

1. 水量

1月から12月までの月の中旬に、水路においてはポータブル電磁流量計を用いて断面流速を測定し1時間当たりの水量を求めた。また、バルブ給水口においてはバケツを用いて1時間当たりの吐出量を求めた。

結果と考察

1. 水量

測定地点を図1に示した。使用された総水量を把握するためにSt.1総排水（飼育実験棟以外）、St.2飼育実験棟排水、それぞれの飼育施設の使用水量を把握するためにSt.3孵化棟、St.4防疫施設、St.5飼育実験棟の水量を測定した。小型実験池の飼育水量はSt.6湧水に加えて飼育実験棟で使用した排水を砂濾過したSt.7濾過水の水量を測定した。また、St.8地下水については取水ポンプの監視盤に表示された値を記した。

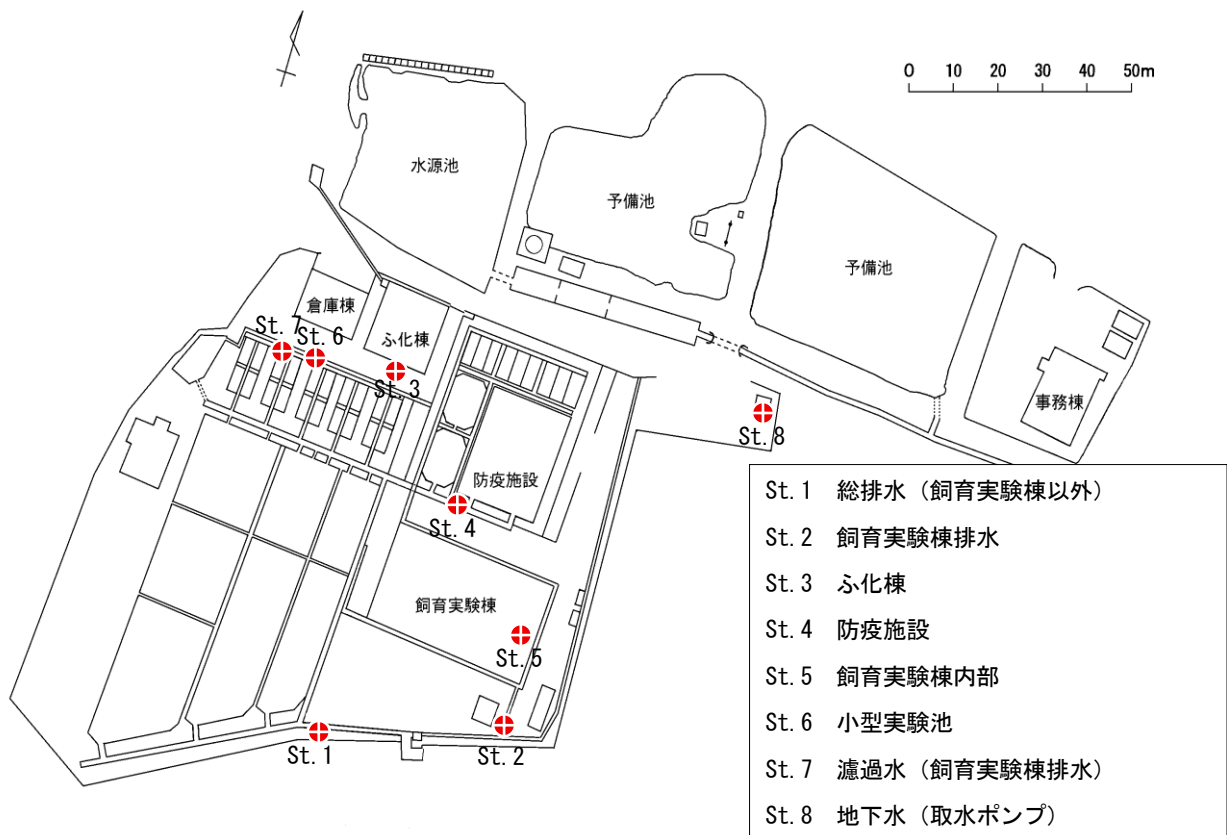


図1. 内水面研究所の飼育施設における水量測定地点

毎月の各 St. における測定結果を表 1 に示した。また、表 2 に St. 1, St. 2 を合計した値を総排水量として年毎に記し各月の平均値を求めた。

2024 年の総排水量は年平均（過去の平均値 2010 年～2024 年）通り 8 月に最高値、4 月に最低値を示した。また、今年については、3 月に過去の年平均より多かったが、その他の月は少なく、特に 9 月が少なかった（図 2）。

表 1. 2024 年 St. 別月別測定結果（トン／時）

測定箇所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
St. 1 総排水	224.1	224.4	236.3	211.7	223.9		259.3	294.0	220.9	275.4	247.8	245.7
St. 2 飼育実験棟排水	28.6	30.4	22.3	17.7	24.9		30.0	29.6	44.1	34.5	27.3	31.0
St. 3 孵化棟	14.3	14.0	12.8	13.0	13.8		11.7	20.5	16.5	20.4	19.7	14.4
St. 4 防疫施設	107.9	108.5	112.2	111.7	116.5		125.2	117.5	154.1	127.3	129.3	105.6
St. 5 実験棟	43.2	44.5	41.5	36.5	39.9		36.9	39.1	41.5	37.3	43.4	41.2
St. 6 小型実験池	69.2	67.9	59.2	64.0	61.2		60.0	70.7	70.6	71.1	80.0	66.3
St. 7 濾過水	20.3	20.3	21.5	25.3	21.6		18.8	18.0	18.9	23.3	18.5	18.3
St. 8 地下水	17.2	17.4	17.7	17.7	17.5		17.8	17.9	17.5	17.5	17.8	17.6

* 空白は欠測を示す

表 2. 年別総排水量（トン／時）

西暦	和暦	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2010	H22										301.8	315.2	331.1
2011	H23	348.7	342.4	362.2	308.6	302.8	307.7	316.5		306.5	358.9	354.8	
2012	H24			249.6	311.8	315.8	308.3	317.2	359.8	398.7	343.4	330.6	291.4
2013	H25	243.4	209.3	221.7	228.9	221.4	245.8	275.4	284.1	290.1	299.2	337.9	331.0
2014	H26	293.4	319.4	262.6	330.0	306.6	302.1	363.5	452.7	382.9	350.0	355.0	313.9
2015	H27	287.6	232.7	227.2	186.0	234.8	194.0	254.3	304.1	303.4	314.1	285.1	278.4
2016	H28	293.8	230.7	227.7	231.0	240.9	262.9	223.3	363.9	344.0	373.9	338.0	300.7
2017	H29	287.2	260.6	261.4	234.8	262.5		317.3	357.7	392.7	355.3	318.3	328.3
2018	H30	288.3	266.4	264.5	187.7	236.0	297.8	367.5	383.4	385.2	371.3	311.0	312.3
2019	R1	266.1	238.3		122.0				319.5	303.1	257.4	225.1	202.7
2020	R2	223.8	227.1	255.5	293.2	266.8	261.0	322.3	359.3	373.0	329.1		
2021	R3		202.3	212.3		236.8	270.1	262.6	297.3	304.2	261.4	277.3	237.8
2022	R4	291.6	227.6	232.3	210.6	273.5	230.1	221.8	406.4	448.0	396.5	331.2	366.7
2023	R5	281.3	299.5	247.5	242.7	283.2	278.0	258.3	272.5	267.7	314.7	288.6	278.5
2024	R6	252.7	254.8	258.6	229.4	248.8		289.3	323.6	265.0	309.9	275.1	276.7
年平均		279.8	254.7	252.5	239.7	263.8	268.9	291.5	344.9	340.3	329.1	310.2	296.1

* 総排水量は St. 1, St. 2 の合計値を示す

* 空白は欠測を示す

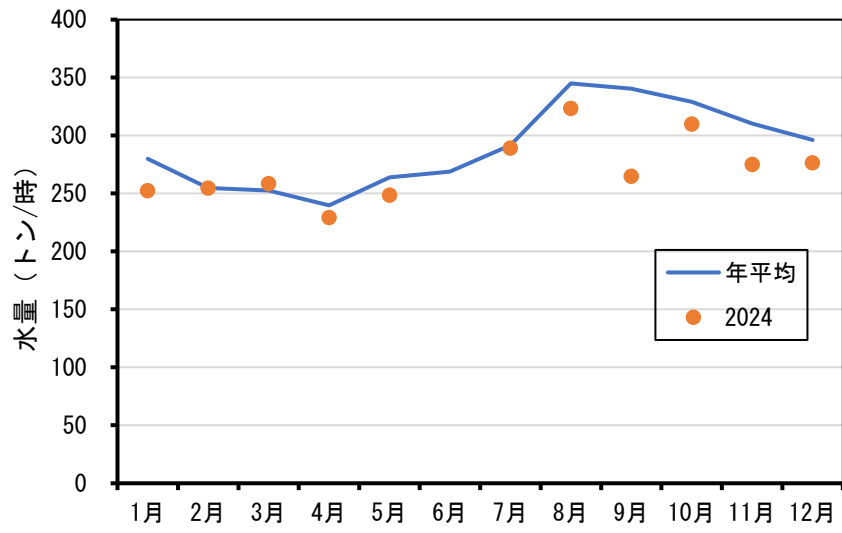


図2. 2024年総排水量月毎の推移

シジミの安定的再生産に資する効果的な資源管理・増殖手法に関する試験・研究開発事業 (加入の成否に関する因子の把握)

遠藤 起寛

目 的

小川原湖のヤマトシジミ資源量は長期的に減少しており、2021年及び2022年には内水面研究所で調査を開始した2002年以降の過去最低水準を2年連続で更新した^{1,2)}。小川原湖のヤマトシジミ資源量の増減は再生産の成否に大きく左右されていると考えられ³⁾、再生産安定のための対策が急務である。

本研究では、小川原湖内の環境や親貝量等の加入成否に関する因子の把握、及びそれに応じた資源管理・増殖手法の開発を目的として、各データの収集及び解析を実施する。

2024年度は過年度の資源量及び同年の浮遊幼生量のデータに着目し、親貝の資源水準と産卵量の関係を検討した。

材料と方法

1. 親貝量データ

2004年から2024年の小川原湖ヤマトシジミ現存量調査の殻長別個体数データ^{1,2)}のうち、殻長10mm以上の個体について、産卵可能な個体⁴⁾としてデータを抽出した。小川原湖内の水深10m以浅の水域を6つの地区に分割し(図1左)、年別地区別の平均親貝密度を算出した。

2. 浮遊幼生データ

2004年から2024年までの小川原湖浮遊幼生調査のデータ⁵⁻⁸⁾を使用した。各年の全11定点について(図1右)、それぞれ全水深・全調査日の浮遊幼生密度を平均した値を親貝量データとの相関分析に使用した。また、各年の湖内全域の平均浮遊幼生密度を算出し、後述の統計解析に使用した。

なお、2004年の調査定点のうちアカナデ地区は翌年以降調査を実施していないため解析から除外した。また、2005年から2009年に調査定点となっていたヤギシヤ地区については、2010年以降、中瀬地区に位置が変更となったが、解析上は同じ地点として扱った。

3. 水質データ

ヤマトシジミは塩分が低い環境では産卵に至らないことから⁹⁾、湖内の塩分データについても解析に使用した。本報告では、2005年から2024年の浮遊幼生調査に際して観測された日別地点別表層塩分の平均値をその年の産卵期における平均表層塩分として扱った。

4. 統計解析

各年の地区別平均親貝密度及び地点別浮遊幼生密度について総当たりでSpearmanの順位相関係数を求め、最も相関が強い組み合わせを検証した。解析にはRのpsychパッケージのcorr.test関数を使用し、有意水準の補正にはBonferroni補正を適用した。

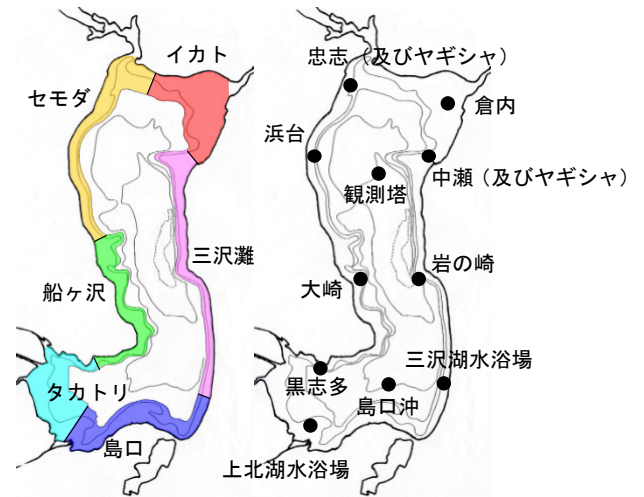


図1. 現存量調査実施地区(左)及び浮遊幼生調査定定点(右)

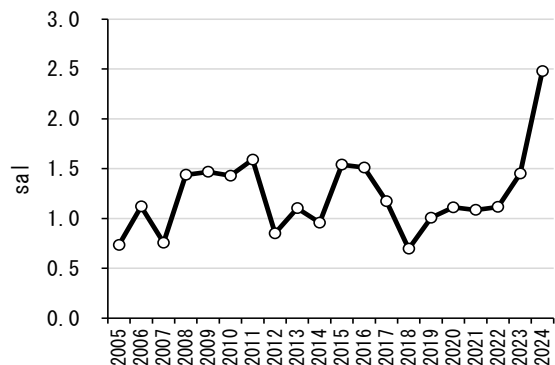


図2. 小川原湖内全域の平均表層塩分(2005-2024年)

次に、資源の安定に必要な親貝量検討の一助とするため、2005年から2024年の親貝量及び表層塩分のデータを説明変数、浮遊幼生量のデータを目的変数として、一般化線形モデルによる回帰分析を実施した。解析にはRのglm関数を使用し、確率分布及びリンク関数はモデルに応じて決定した。また、説明変数が親貝量のみ、表層塩分のみ、またはその両方の場合についてAICを指標としたモデル選択を実施し、最も予測力の高いモデルを検討した。

結果と考察

湖内の全定点において、浮遊幼生密度と最も強い相関を示したのは湖北部のイカト地区またはセモダ地区の親貝密度であり、いずれの定点においても有意に正相関した(図3)。また、解析対象期間内における湖内全域の平均浮遊幼生密度、湖内全域の平均親貝密度、及び湖北部(イカト地区+セモダ地区)の平均親貝密度の動態を比較したところ、湖内全域の親貝密度よりも湖北部のみの親貝密度の方が湖内全域の浮遊幼生密度と連動して推移していることが示唆された(図4)。

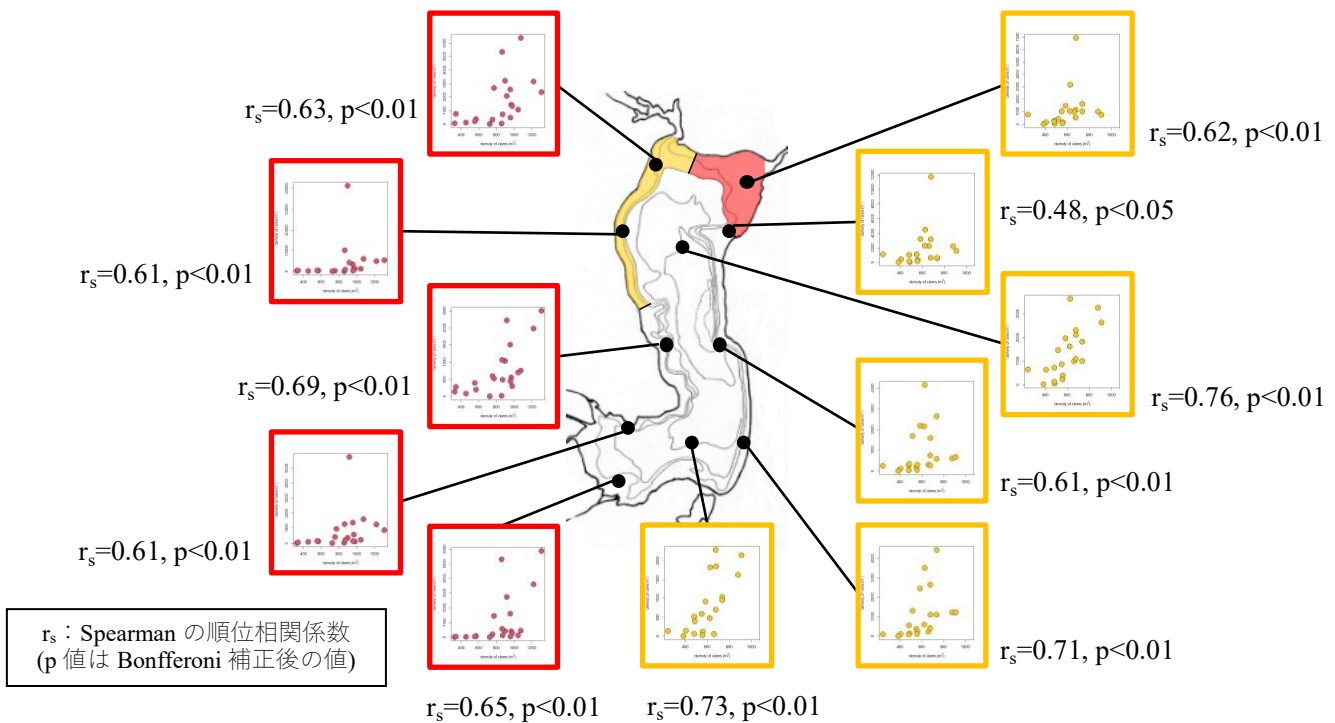


図3. 小川原湖北部の親貝密度(横軸)と湖内各地点の浮遊幼生密度(縦軸)の関係
赤プロットはイカト地区、黄プロットはセモダ地区の親貝密度との関係を示す

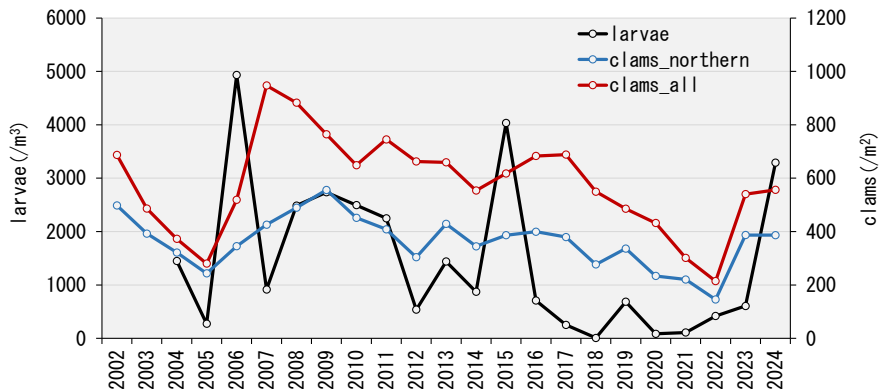


図4. 小川原湖のヤマトシジミ親貝密度(殻長 10 mm 以上)及び湖内全域の平均浮遊幼生密度の推移(2004-2024年)
赤プロットは湖内全域の、青プロットは湖北部の平均親貝密度

小川原湖の北東部には流出河川である高瀬川があり、北東部では上げ潮時に太平洋から海水が流入することで塩分が上昇しやすい。このことからヤマトシジミの産卵は特に北東部において起こりやすく、浮遊幼生は北東部から湖内全域に分散すると考えられており^{10,11)}、本結果はこの仮説を強く支持するものである。さらに、本結果からは北東部のヤマトシジミ資源量のみならず、北西部の資源量が特に湖東岸寄りの地点において加入に重要であることが示唆された。

現在、小川原湖漁協では前述の仮説に基づき、イカト地区に母貝保護区を設けるなどの自主的資源管理に努めている。一方で、近年は母貝保護区内での操業がなされないことにより、湖底が固くなる、水草が繁茂するなど漁場の荒廃が問題視されている。本調査の結果はセモダ地区においても母貝保護区の設定が有効であることを示唆するものであり、現在のイカトの母貝保護区と輪番制で禁漁措置をとるなど、適度に湖底を耕耘することで漁場の荒廃を軽減する効果が期待される。なお、セモダ地区内のどの地点に母貝保護区を設けるのが有効かについては、今後セモダ地区内をさらに細分化して解析し、検討する必要がある。

次に、相関分析の結果を踏まえ、湖北部（イカト地区+セモダ地区）の平均親貝密度及び表層塩分を説明変数、湖内の平均浮遊幼生密度を目的変数として一般化線形モデルによる回帰分析を実施した（表 1 及び図 5）。なお、確率分布はポアソン分布、リンク関数は対数リンク関数とした。

表 1. 各変数と平均浮遊幼生密度の回帰分析で推定されたパラメータ

model	(Intercept)	Density of clams	Sal	Δ AIC
1	4.524153	0.004412	0.802058	0
2	5.174599	0.005523		3310
3	5.937000		1.014	4020

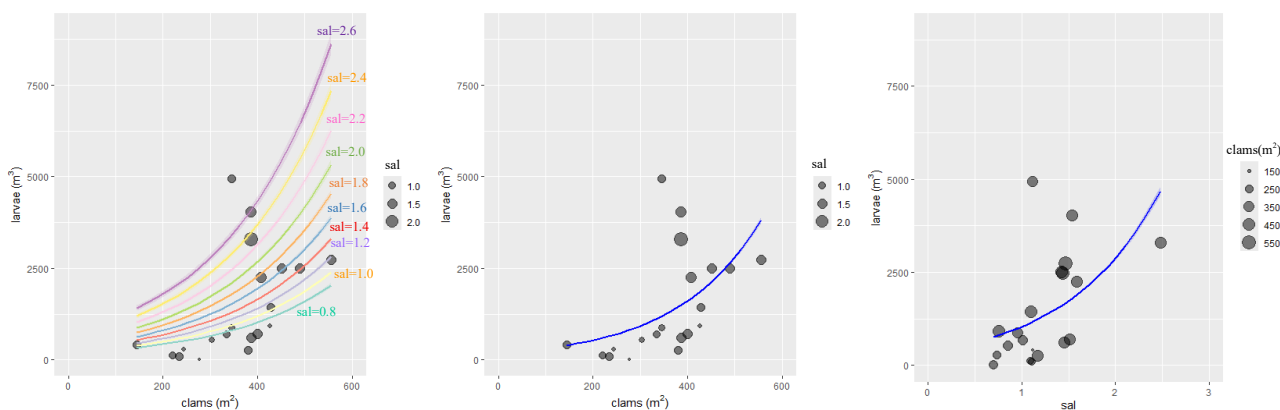


図 5. 湖北部の親貝密度及び表層塩分と平均浮遊幼生密度の関係
(左 : model 1、中央 : model 2、右 : model 3、網掛けは 95%信頼区間)

AIC を指標としたモデル選択の結果、湖北部の親貝密度及び塩分を説明変数としたモデル (model 1) がベストモデルとなり、次いで親貝密度のみを説明変数としたモデル (model 2)、塩分のみを説明変数としたモデル (model 3) の順で予測力が高いと評価された。図 6 に 2005 年から 2024 年の湖内全域の平均浮遊幼生密度の実測値、及びこれらのモデルを用いて求めた推定値を示した。最も予測力が高いと評価された model1 は、過去の実測値との当てはまりも相対的に良いと考えられたが、いずれのモデルも極端な浮遊幼生の発生は再現できていなかった。

説明変数及び目的変数の設定には検討の余地があることに加え、各モデルは現時点で密度効果や親貝の塩分耐性等のヤマトシジミの生物学的特性を仮定したものとなっていないことから、これらの最適化によりモデルの精度向上を図る必要がある。

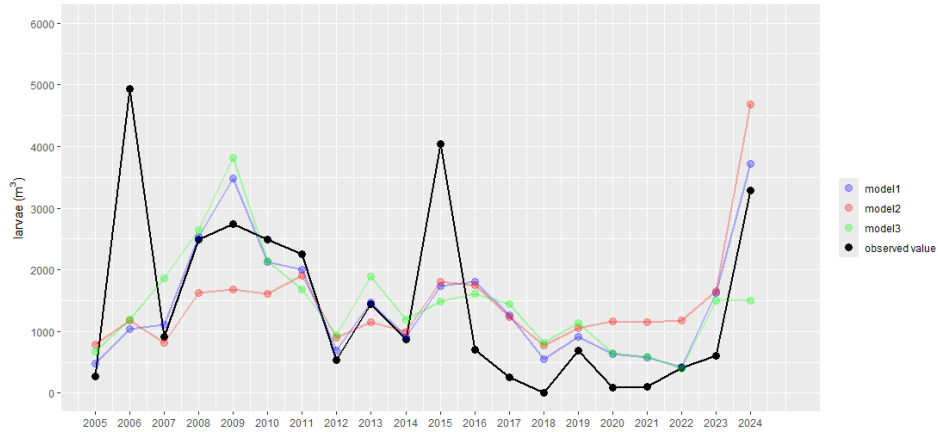


図 6. 平均浮遊幼生密度の実測値と予測値の比較 (2005–2024 年)
(黒 : 実測値、青 : model 1、赤 : model 2、緑 : model 3)

model1~3 は、現時点で浮遊幼生の発生量を正確に予察するには不十分と考えられた。一方、図 5 において観測値が図中の左下と右上の 2 群に分かれるようにプロットされる傾向が見られたことから、説明変数が閾値を超えると急激にシジミの産卵が促進されるような関係が推察された。そこで、予察の対象を産卵の成否に絞り、湖北部の平均親貝密度及び表層塩分を説明変数、湖内の浮遊幼生の多寡を「産卵成功」及び「産卵不振」の 2 値データで評価した「産卵成否」を目的変数としてロジスティック回帰分析を実施した (表 2 及び図 7)。なお、産卵成否の線引きは図 5 のプロットの位置関係を参考に 2,000 個/m³ 以上の年を産卵成功、それ未満の年を産卵不振として扱い、glm 関数の確率分布は二項分布、リンク関数はロジットリンク関数とした。

表 2. 各変数と産卵成否の回帰分析で推定されたパラメータ

model	(Intercept)	Density of clams	Sal	Δ AIC
4	-10.48200		7.69800	0
5	-13.24833	0.01561	5.10008	0.16
6	-9.20200	0.02373		3.63

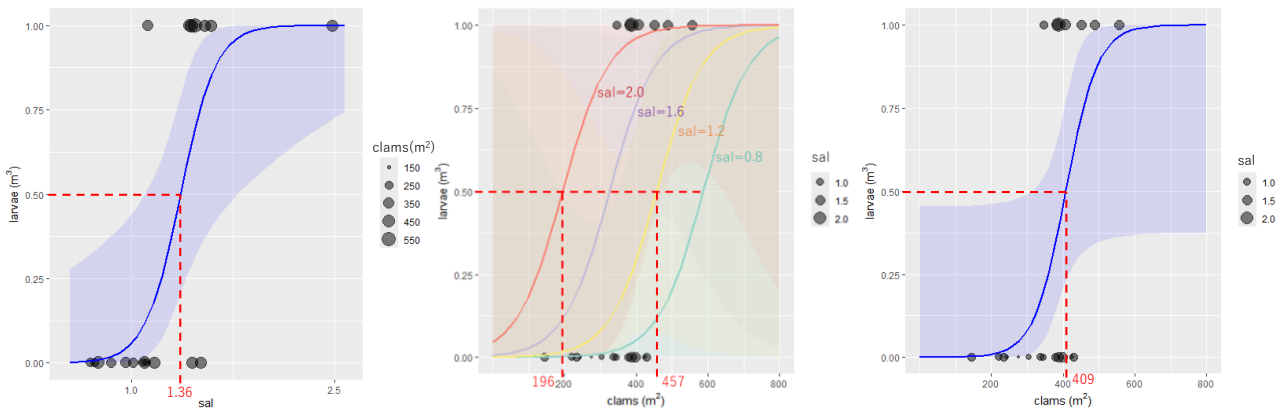


図 7. 湖北部の親貝密度及び表層塩分と産卵成否の関係
(左 : model 4、中央 : model 5、右 : model 6、網掛けは 95%信頼区間)

AIC を指標としたモデル選択の結果、塩分のみを説明変数としたモデル (mode14) がベストモデルとなり、次いで湖北部の親貝密度と塩分を説明変数としたモデル (mode15)、湖北部の親貝密度のみを説明変数としたモデル (mode16) の順で予測力が高いと評価された。

最も予測力が高い model4 からは、産卵期の湖内平均表層塩分が 1.36 を下回ると、親貝量によらず産卵不振になると予測された。次点で予測力が高く、AIC が model4 と僅差の model5 からは、産卵期の湖内平均表層塩分が、解析対象期間の平均値 (1.23、図 2) 程度の場合、湖北部の平均親貝密度が約 460 個体/m² を下回ると産卵不振に陥ると予測された。一方、湖内平均表層塩分が 2.00 以上ある場合、湖北部の平均親貝密度が過去最低に近い 200 個体/m² 程度でも安定的に産卵すると予測された。model6 からは、湖北部の平均親貝密度が約 410 個体/m² を下回ると産卵不振に陥ると予測された。

本研究では至近的な加入の指標となる浮遊幼生の発生量に着目して解析を実施し、産卵の安定に資する親貝量及び塩分の諸条件について知見を得た。一方、資源安定に必要な産卵量を把握するには、浮遊生活期以降の減耗の程度を把握することが肝要である。従って、今後は本研究で扱ったモデルの最適化により産卵量の予測精度向上を目指すとともに、着底以降の資源動態についても解析を進め、資源安定に必要な諸条件の指標化を目指す。

文 献

- 1) 地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所 (2002-2004) 小川原湖シジミ一斉調査報告書 シジミ現存量調査.
- 2) 地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所 (2005-2024) 小川原湖ヤマトシジミ現存量調査報告書.
- 3) 長崎勝康 (2016) シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業. 平成 28 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 19-23.
- 4) 地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所 (2011) ヤマトシジミ種苗生産マニュアル.
- 5) 小川原湖漁業協同組合青年部・青森県三八地方水産事務所・長崎勝康 (2023) 小川原湖のヤマトシジミラバー調査. 青森県産業技術センター内水面研究所事業報告集, 2, 1-37.
- 6) 小川原湖漁業協同組合青年部・青森県三八地方水産事務所 (2024) 2022 年度小川原湖におけるヤマトシジミ浮遊幼生調査. 青森県産業技術センター内水面研究所事業報告集, 4, 101-105.
- 7) 小川原湖漁業協同組合青年部・青森県三八地方水産事務所 (2024) 2023 年度小川原湖におけるヤマトシジミ浮遊幼生調査. 青森県産業技術センター内水面研究所事業報告集, 4, 106-110.
- 8) 小川原湖漁業協同組合青年部・青森県八戸水産事務所 (2026) 小川原湖におけるヤマトシジミ浮遊幼生調査. 2024 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 110-114.
- 9) 朝比奈英三 (1941) 北海道に於ける蜆の生態學的研究. 日水誌, 10, 143-152.
- 10) 石川忠晴 (2001) 小川原湖の水理環境とヤマトシジミの繁殖について. ながれ, 20, 346-353.
- 11) 高杉奨・藤原広和・沼邊武志・二木幸彦・長崎勝康 (2005) 小川原湖における水質環境およびヤマトシジミの生息状況について. 水工学論文集, 49, 1561-1566.

シジミの安定的再生産に資する効果的な資源管理・増殖手法に関する試験・研究開発事業 (夏季における貧酸素耐性の把握)

遠藤 赳寛

目的

近年、小川原湖では夏季のヤマトシジミの斃死が問題となっており、内水面研究所の調査においても斃死は夏に集中することが確認されている¹⁾。当該調査の結果からは、斃死の要因として湖内の局所的な貧酸素が疑われた一方、ヤマトシジミは貧酸素耐性が非常に高いことが既往研究により実験的に示されている²⁾。そこで本研究では、夏季の小川原湖におけるヤマトシジミの貧酸素耐性が既往の知見よりも低いという仮説を立て、屋内試験により検証した。

材料と方法

試験には2024年8月6日に小川原湖で採捕され、試験直前まで内水面研究所の試験池で畜養したLサイズのヤマトシジミを使用した。後述の条件で貧酸素区及び対照区を設け(図1、表1)、それぞれに20個体ずつ(いずれも平均殻長22.9mm、平均重量18.6g)を収容して、2024年8月22日から貧酸素区の個体が全数斃死するまで無給餌で畜養した。なお、貧酸素区の1個体については試験開始後に殻のみであることが判明したため、結果からは除外した。

貧酸素区は飼育水に窒素を通気して酸素を抜き、飼育容器を密閉することで溶存酸素量が0.2mg/L以下になるよう調整した。対照区は常時エアレーションすることで概ね飽和状態を維持するようにした。

いずれの区においてもウォーターバスで水温を28℃に保ち、塩分については、平年の小川原湖の塩分が比較的低いこと³⁾、及び試験期間が産卵期にあたり、塩分存在下では試験中に供試個体が産卵して結果に影響することが懸念されたため、今回の試験は淡水で実施した。なお、ヤマトシジミの低塩分耐性は極めて強く⁴⁾、小川原湖のヤマトシジミでは夏場の純淡水域においても成長・生残に問題がないことが確認されている⁵⁾。

斃死時の水質悪化が試験結果に影響することが懸念されたため、各区とも300mLの飼育容器4つにそれぞれ5個体ずつ貝を分散して管理し、斃死が確認された場合は速やかに斃死個体を取り除くとともに水を交換した。

斃死の確認は半日おきに実施した。

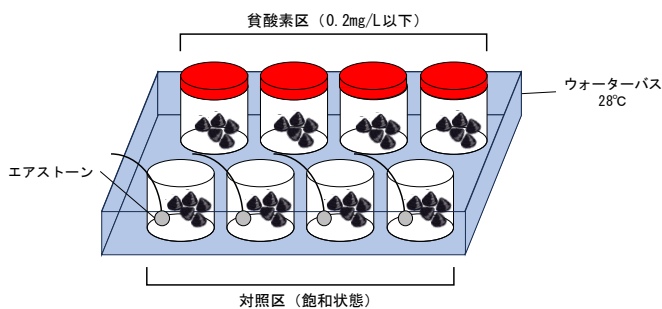


図1. 貧酸素耐性試験概要図

表1. 貧酸素耐性試験条件

	貧酸素区	対照区
水温 (°C)		28
塩分		0
溶存酸素量 (mg/L)	0.2以下	飽和状態
個体数	20※	20
平均殻長 (mm)	22.9	22.9
平均重量 (g)	18.6	18.6

※貧酸素区の1個体は試験開始後に殻のみだったことが判明

結果と考察

貧酸素区及び対照区の生残率は図2のように推移した。試験開始から60時間で貧酸素区の全個体が斃死した一方、対照区の斃死は1個体のみだった。宍道湖産のヤマトシジミを使用した研究では²⁾、水温28℃、塩分5、溶存酸素量0.05mg/L未満の条件で4月から5月にかけてヤマトシジミを畜養した場合の半数致死時間は11日、全数致死時間は13日とされている。塩分等の試験条件が完全には統一されていないものの、今回の試験結果は既往研究と比較して著しく生残日数が短く、少なくとも夏季の小川原湖においてはヤマトシジミの貧酸素耐性が従来 of 想定よりも低いことが示唆された。

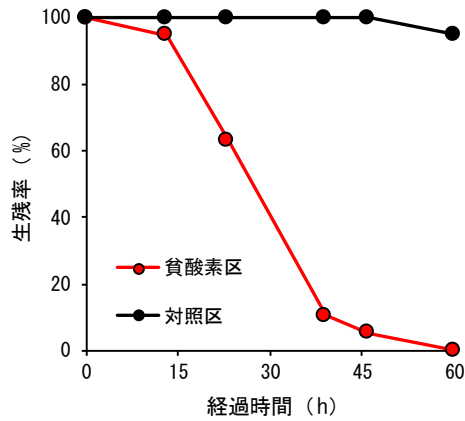


図 2. 各区の生残率の推移

表 2. 各区の生残数の推移 (①~④は飼育容器の別)

経過時間 (h)	生残数							
	貧酸素区				対照区			
	①	②	③	④	①	②	③	④
0	5	5	5	4	5	5	5	5
13	5	4	5	4	5	5	5	5
23	3	3	3	3	5	5	5	5
39	0	2	0	0	5	5	5	5
46	0	1	0	0	5	5	5	5
60	0	0	0	0	5	4	5	5

内水面研究所で実施した調査¹⁾では、夏季の斃死が比較的小型の個体では起こらないことが示唆されており、主として7~9月に産卵に参加した個体が斃死している可能性がある。

今回の試験では供試個体の産卵経験の有無を確認していないものの、2024年の小川原湖における産卵のピークは7月下旬から8月上旬であり⁶⁾、既に産卵を経験していた可能性がある。今後は供試個体の成熟状態等の生理的なコンディションの確認とともに、産卵期の前後に同様の試験を実施することで産卵イベントと貧酸素耐性の関係をより明確にする必要がある。

文 献

- 1) 遠藤尠寛 (2026) シジミの安定的再生産に資する効果的な資源管理・増殖手法の開発事業 (小川原湖におけるヤマトシジミ生残試験) 2024年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 49-51.
- 2) 中村幹雄・品川明・戸田顕史・中尾繁 (1997) ヤマトシジミの貧酸素耐性. 水産増殖, 45 (1), 9-15.
- 3) 静一徳・雫石志乃舞 (2024) 漁業公害調査指導事業. 2022年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 76-89.
- 4) 中村幹雄・安木茂・高橋文子・品川明・中尾繁 (1996) ヤマトシジミの塩分耐性. 水産増殖, 44 (1), 31-35.
- 5) 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 (浮きカゴ式中間育成方法の検討). 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, 28-30.
- 6) 小川原湖漁業協同組合青年部・青森県三八地方水産事務所 (2026) 小川原湖におけるヤマトシジミ浮遊幼生調査. 2024年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 110-114.

シジミの安定的再生産に資する効果的な資源管理・増殖手法に関する試験・研究開発事業 (小川原湖におけるヤマトシジミ生残試験)

遠藤 赳寛・静 一徳

目的

小川原湖のヤマトシジミ資源量は長期的に減少しており、2021年及び2022年には内水面研究所で調査を開始した2002年以降の過去最低水準を2年連続して更新した^{1,2)}。小川原湖のヤマトシジミ資源量の増減は再生産の成否に大きく左右されていると考えられ³⁾、再生産安定のための対策が急務である。

本研究は、近年、小川原湖で問題となっている夏季のヤマトシジミの斃死の実態を把握し、斃死メカニズムの解明及び母貝保護や種苗放流手法検討の一助とすることを目的とする。ここでは、2023年から2024年にかけて小川原湖で実施したヤマトシジミ生残試験の結果を報告する。

材料と方法

試験は2023年6月1日から2024年5月20日の期間に小川原湖の水深1m以浅の漁場5地点で実施した(図1)。各地点に園芸用のプランター(480mm×320mm×260mm)と目合7.4mmのプラスチックネットで製作した約20Lの容器を埋設し(図2)、砂及び小川原湖産のヤマトシジミを収容して、冬季を除き毎月1回、収容した個体の生残数を確認した。

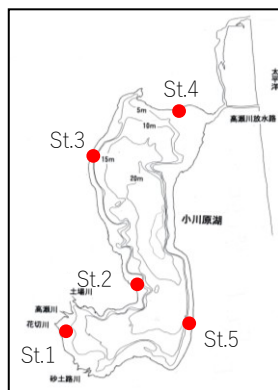


図1. シジミ生残試験実施地点



図2. 湖底に埋設されたシジミを収容した容器

地点別サイズ別の斃死状況を把握するため、各地点につき、小川原湖漁協のシジミの銘柄で3L(平均殻長およそ32mm)、2L(同27mm)及びL(同22mm)に相当する個体を各16個体、加えて漁獲サイズに満たない殻長15mm及び10mmの稚貝を各16個体の計80個体収容した(図3)。各個体には試験開始時点のサイズがわかるよう、殻にハンドルーターで標識を施した。



図3. 試験に使用したヤマトシジミ

結果

各地点のヤマトシジミの生残率の推移を図4に、調査日別の生残数及び斃死数を表1に示した。なお、一部個体については収容していた容器から散逸したため、毎月の生残率は回収個体に占める生残個体数で算出した。

6~8月の期間については、St.1の殻長10mmサイズが試験開始直後から大量に斃死したことを除くと、各地点各サイズとも80%以上の個体が生残していた。

9月にSt.1及びSt.3で斃死が急増し、特に2L、3Lサイズの大型の個体で斃死が目立った。一方、Lサイズ以下の個体では目立った斃死は確認されなかった。

10月にはSt.1、St.3に加え、St.4でも生残率が低下した。

11~翌年5月までの期間はSt.1、St.2及びSt.3で大型個体を中心に斃死が確認された一方、小型個体では目立った斃死はなかった。また、St.4、St.5ではサイズによらずほとんど斃死しなかった。

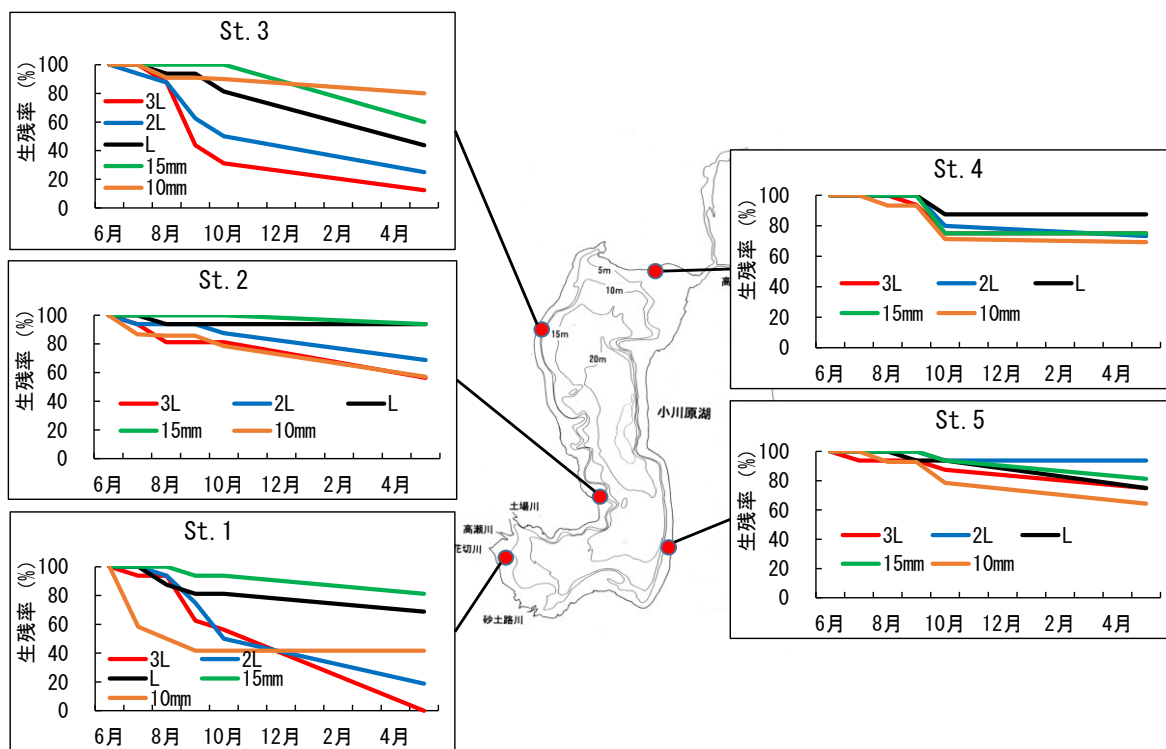


図 4. 地点別サイズ別のヤマトシジミ生残率の推移 (2023 年 6 月–2024 年 5 月)

表 1. 各調査日のヤマトシジミ生残数及び斃死数 (2023 年 6 月–2024 年 5 月)

調査日	St. 1						St. 2						St. 3						St. 4						St. 5					
	3L	2L	L	15mm	10mm	計	3L	2L	L	15mm	10mm	計	3L	2L	L	15mm	10mm	計	3L	2L	L	15mm	10mm	計	3L	2L	L	15mm	10mm	計
2023/6/1	生 16	16	16	16	16	80	16	16	16	16	16	80	16	16	16	16	16	80	16	16	16	16	16	80	16	16	16	16	16	80
	死 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023/7/4	生 15	16	16	16	7	70	15	15	16	16	13	75	16	15	16	16	11	74	16	15	16	16	15	78	15	16	16	14	77	
	死 1	0	0	0	5	6	1	1	0	0	2	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2023/8/2	生 15	15	14	16	6	66	13	15	15	16	12	71	14	14	15	16	10	69	16	15	16	16	14	77	15	16	16	16	13	76
	死 0	1	2	0	1	4	2	0	1	0	0	3	2	1	1	0	1	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
2023/9/8	生 10	12	13	15	5	55	13	15	15	16	12	71	7	10	15	16	10	58	15	15	16	16	14	76	15	16	15	16	13	75
	死 5	3	1	1	1	11	0	0	0	0	0	0	7	4	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2023/10/13	生 9	8	13	15	5	50	13	14	15	16	11	69	5	8	13	15	9	50	12	12	14	12	10	60	14	15	15	11	70	
	死 1	4	0	0	0	5	0	1	0	0	1	2	2	2	2	0	0	6	3	3	2	4	3	15	1	1	0	1	2	5
2024/5/16 または5/20	生 0	3	11	13	5	32	9	11	15	15	8	58	2	4	7	9	8	30	12	11	14	12	9	58	12	15	12	13	9	61
	死 9	5	2	2	0	18	4	3	0	1	3	11	3	4	6	6	1	20	0	1	0	0	0	0	1	2	0	3	2	9
生残数 (終了時)	0	3	11	13	5	32	9	11	15	15	8	58	2	4	7	9	8	30	12	11	14	12	9	58	12	15	12	13	9	61
斃死数 (累計)	16	13	5	3	7	44	7	5	1	1	6	20	14	12	9	6	2	43	4	4	2	4	4	18	4	1	4	3	5	17
散逸数 (累計)	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	6	7	0	1	0	0	3	4	0	0	0	0	2	2

考 察

内水面研究所では生残試験実施地点の近傍で水質を連続観測しており (未発表)、ヤマトシジミの斃死が特に多かった St. 1 及び St. 3 では、斃死が増加した時期に溶存酸素も低い傾向があった。また、相対的に斃死が少なかった St. 2 及び St. 4 では、観測期間を通して溶存酸素が比較的高い値で推移していた。このことから、近年、小川原湖で発生しているヤマトシジミの斃死の一因として貧酸素が考えられる。一方、ヤマトシジミは貧酸素に極めて強いとされ、水温 28℃、溶存酸素 1.5mg/L の条件では 30 日以上 of 長期間の生存に影響がないことが実験的に示されている⁴⁾。

本研究の結果で特徴的な点として、斃死発生時期が 9 月以降に集中していたこと、及び比較的大型の個体で斃死が目立ったことが挙げられる。小川原湖のヤマトシジミの産卵盛期は 7、8 月頃であり、斃死が増加した時期はこの直後であることから、斃死した個体は主に産卵に参加した比較的大型の個体であり、産卵を経験しなかった小型の個体では斃死が少なかったという仮説が立てられる。産卵直後のヤマトシジミの貧酸素耐性についての既往研究はなく、この時期に限って

は従来の定説以上に貧酸素に弱くなる可能性があることから、今後、検証が必要と考える。

本研究における斃死発生の時期は試験実施以前から漁業関係者間で指摘されていた時期と一致しており、小川原湖内で起こっている斃死の実態に近い状況を再現できていたと考えられる。今後、同様の試験を継続してデータの充実を図ることで、斃死状況のモニタリングや斃死予測手法の開発、産卵母貝保護区や種苗放流適地の選定等への応用など、幅広い展開が期待される。

文 献

- 1) 地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所（2002-2004）小川原湖シジミ一斉調査報告書 シジミ現存量調査.
- 2) 地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所（2005-2024）小川原湖ヤマトシジミ現存量調査報告書.
- 3) 長崎勝康（2016）シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業. 平成 28 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 19-23.
- 4) 中村幹雄・品川明・戸田顕史・中尾繁（1997）ヤマトシジミの貧酸素耐性. 水産増殖, 45（1）, 9-15.

資源管理基礎調査事業（ヤマトシジミ）

遠藤 越寛・田澤 亮・静 一徳

目的

本県内水面漁業の重要資源であるヤマトシジミ（以下シジミという）の安定漁獲に向けた資源管理のため、小川原湖と十三湖のシジミ現存量を明らかにする。

材料と方法

(1) 小川原湖

調査は2024年9月9日と10日に行った。調査地点は、小川原湖の10m以浅にできるだけ均一になるように89地点を設けた（図1）。各地点でエクマンバージ採泥器（15×15cm）により2回サンプリングし、目合1mmのフルイにかけ、残ったシジミを試料とした。採取した全てのシジミの殻長をデジタルノギスまたは実体顕微鏡下で測定した。重量は、漁獲サイズの目安となる殻長18.5mm以上の個体と18.5mm未満の個体に分けてそれぞれの合計重量を計量した。

現存量は、調査水域をイカト、セモダ、三沢灘、船ヶ沢前、タカトリ、島口の6地区に分けて地区別に求めた。各地区内の調査地点の平均個体密度及び重量を地区面積で引き延ばしたものを地区別の現存量とし、合算したものを全体の現存量とした。

(2) 十三湖

調査は2024年8月20日と21日に行った。調査地点は、十三湖の全域にできるだけ均等になるように39地点を設けた（図2）。サンプルの採取及び測定は小川原湖の調査と同様に行った。

現存量は、全調査地点の平均個体密度及び重量を一般漁場面積に引き延ばすことで求めた。一般漁場面積は個人の蓄養場（0.34km²）及びスナザキ休漁区（0.0025km²）を除いた17.7km²とした。

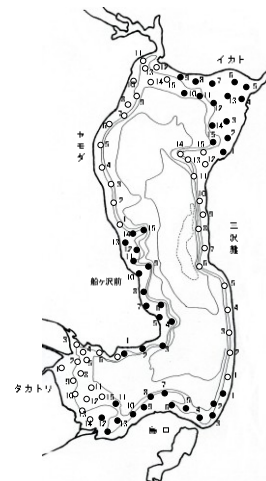


図1. 調査地点(小川原湖)

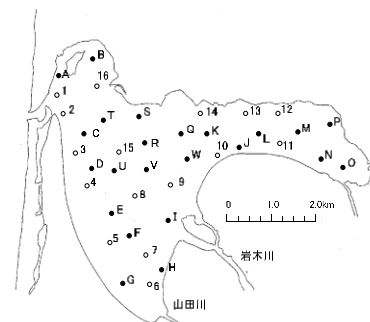


図2. 調査地点(十三湖)

結果と考察

(1) 小川原湖

小川原湖の現存量は、殻長18.5mm未満の漁獲サイズに達しないものが約10,370トン（2023年9,834トン）、18.5mm以上の漁獲サイズが約5,461トン（同5,387トン）、合計約15,831トン（同15,221トン）と推定され、前年と比べて約610トン増加した（図3）。漁獲量は図4のように推移しており、近年は漁獲サイズの現存量の1割程度が漁獲されている。

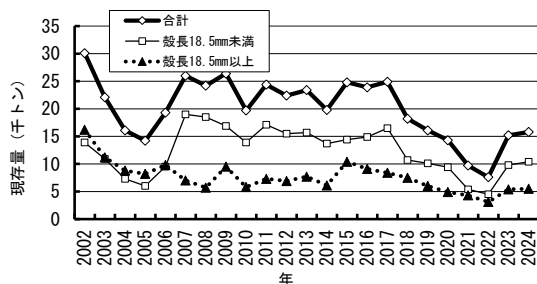


図3. 小川原湖におけるシジミ現存量の推移

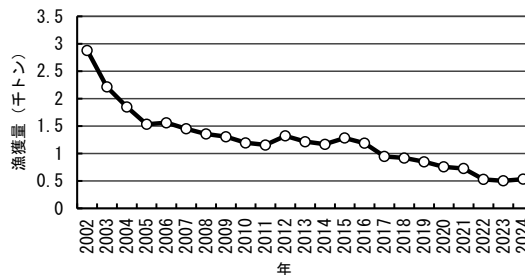


図4. 小川原湖におけるシジミ漁獲量の推移
(小川原湖漁協集計)

地区別現存量は、イカトが5,321トン（2023年4,773トン）、セモダが2,735トン（同2,894トン）、三沢灘が3,524トン（同3,962トン）、船ヶ沢前が2,209トン（同2,339トン）、タカトリが753トン（同576トン）、島口が1,289トン（同677

トン) で、イカト、タカトリ及び島口の3地区で前年を上回った。

全域の1 m^2 あたりのシジミ平均個体数は、1,364 個/ m^2 (2023 年 1,595 個/ m^2) と推定され、前年から 231 個/ m^2 減少した。サイズ別では 18.5 mm 未満が 1,297 個/ m^2 (2023 年 1,521 個/ m^2) で前年から 224 個/ m^2 減少、18.5 mm 以上が 67 個/ m^2 (同 74 個/ m^2) で 17 個/ m^2 増加した。殻長組成は、前年夏生まれの個体の加入と、前年の主要サイズだった 6.5-7.5mm 前後の個体の成長により、1.5-2.5mm が第1モード、12.5-13.5mm が第2モードの二峰性分布となった(図5-6)。

全体として、個体数ベースではやや減少したものの概ね前年並みの現存量と推定された。また、漁獲サイズ未満の個体の成長と前年生まれの個体の加入が確認されたことから、今後、漁獲対象サイズの資源の増加が期待される。

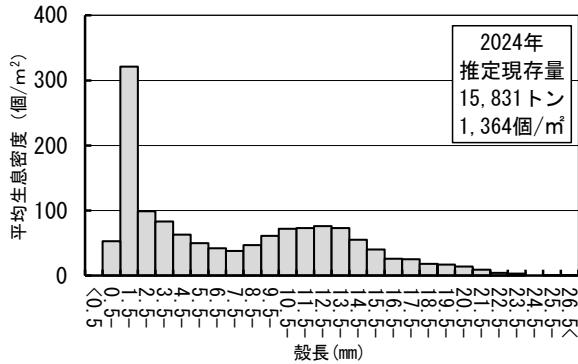


図5. 小川原湖のシジミ殻長別平均生息密度

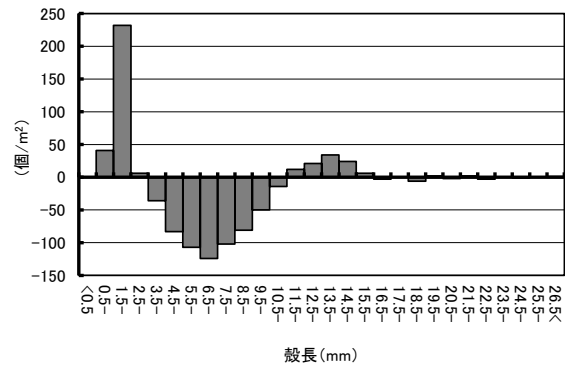


図6. 小川原湖の殻長別平均生息密度の増減 (2024年結果を前年と比較)

(2) 十三湖

十三湖全体の現存量は、殻長 18.5mm 未満の漁獲サイズに達しないものが約 7,500 トン(2023 年 8,100 トン)、18.5mm 以上の漁獲サイズが約 2,000 トン(同 2,100 トン)、合計約 9,500 トン(同 10,200 トン)と推定され、前年より 700 トン減少した(図7)。漁獲量は図8のように推移しており、概ね漁獲サイズの現存量と同程度の漁獲がある。

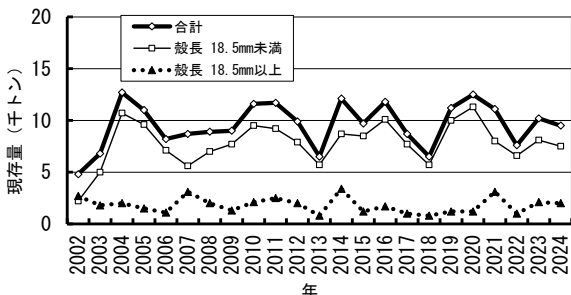


図7. 十三湖におけるシジミ現存量の推移

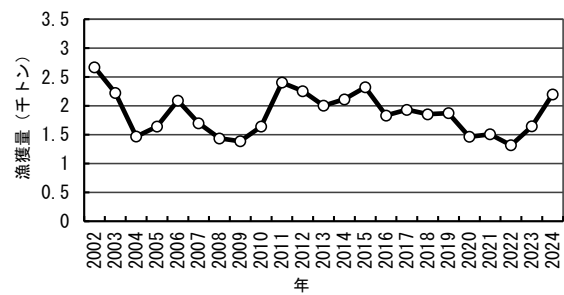


図8. 十三湖におけるシジミ漁獲量の推移 (西北地方水産事務所集計)

全域の1 m^2 あたりの平均個体数は、1,939 個/ m^2 と推定され、前年の 2,624 個/ m^2 より 685 個/ m^2 減少した。サイズ別では 18.5mm 未満が 1,898 個/ m^2 と前年の 2,591 個/ m^2 より減少し、殻長 0.5~12.4mm の幅広いサイズで減少した。18.5mm 以上は 41 個/ m^2 と前年の 33 個/ m^2 と同程度だった。(図9-10)。

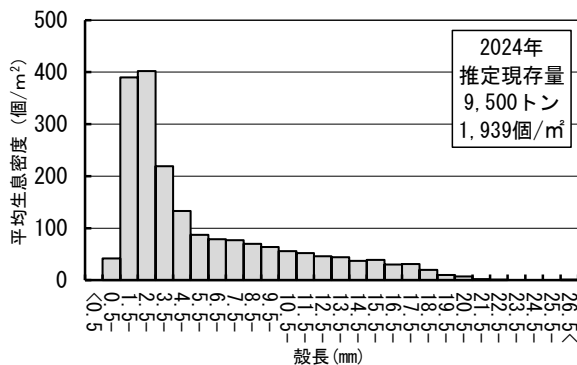


図9. 十三湖のシジミ殻長別平均生息密度

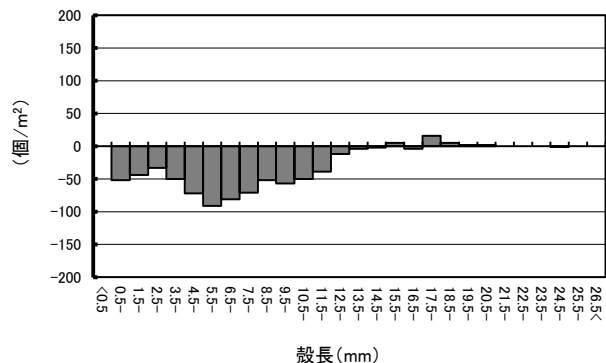


図10. 十三湖のシジミ殻長別平均生息密度の増減 (2024年結果を前年と比較)

「つくる、育てる、稼げる」あおもりの漁業創出事業（サケ） （半循環型サケ卵管理システム実証試験）

田澤 亮・遠藤 赴寛

目 的

サケ稚魚の適期・適サイズ放流の推進に向け、半循環型サケ卵管理システムによる受精から発眼期（検卵時）までの飼育期間の短縮効果と飼育中の水質変化及びサケ卵への影響を把握することを目的とする。

材料と方法

(1) 試験場所

追良瀬内水面漁業協同組合サケふ化場（追良瀬川ふ化場）

(2) 供試卵

追良瀬川ふ化場で蓄養していたメスの海産親魚とオスの河川遡上親魚を用いて 2024 年 11 月 29 日に採卵・受精を行った受精卵 33.9 千粒を使用した。

(3) 半循環型サケ卵管理システム

壁面に断熱材（ダウ化工株式会社製 スタイロフォーム IB 25mm）を貼り付けた増収型アトキンス式ふ化槽（1 間槽）1 基、75L 水受けコンテナ（矢崎化工社製 PT-75）、マグネットポンプ（イワキ社製 レイシー-RMD-151）、空焚き防止機能付き 500W チタンヒーター（イワキ社製 レイシー-SHI-0.5KW-100V1-G）又は 1kW チタンヒーター（イワキ社製 レイシー-SHI-1KW-100V1-G）、サーモコントローラー（イワキ社製 レイシー-TC-101）、ブローア（イワキ社製 レイシー-TIP-40）で構成され、水受けコンテナでエアレーションされた飼育水はマグネットポンプでふ化槽の注水部へ送られて注水（湧水）と混合し、ふ化槽注水側の区画で加温された後、卵を収容した排水側の区画に送られる（図 1）。

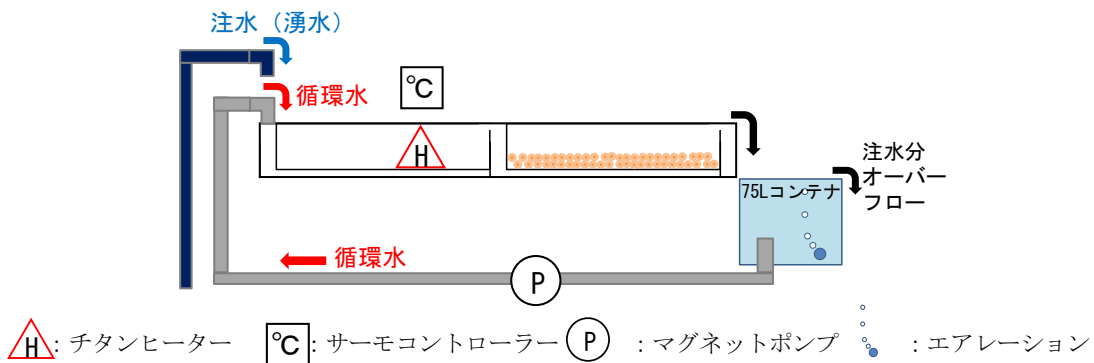


図 1. 半循環型サケ卵管理システム概要

(4) 試験区及び対照区の設定条件

試験区①（半循環カテキン区）及び試験区②（半循環区）では、上記システムにそれぞれ受精卵 11.3 千粒を収容し、サーモコントローラーを 14.0℃に設定した。試験は 500W チタンヒーターで開始し、試験開始後 6 日目に 1kW チタンヒーターへ交換した。流量は循環水を 15L/分、注水（湧水）を 5L/分の計 20L/分とした。試験区①の受精卵については、受精後 1 時間給水させた後、カテキン浴を施してからシステムに収容した。カテキン浴は、湧水 40L にカテキン粉末（三井農林株式会社製 ポリフェノン緑茶エキス K カテキン量 33%）170g を溶解（有効カテキン濃度 1,400ppm）し、止水で 30 分間浸漬（途中 10 分おきに緩く攪拌）した。試験区②の受精卵にはカテキン浴を施さなかった。

対照区（かけ流し区）では、システムと同型のふ化槽に受精卵 11.3 千粒を収容した。加温とエアレーションは行わず、流量は注水（湧水）のみで 20L/分とした。カテキン浴は施さなかった（表 1）。

表 1. 試験区及び対照区の設定条件

	循環水量	注水量	カテキン浴	ヒーター	エアレーション
試験区① 半循環カテキン区	15L/分	5L/分	○	○ (14.0°C設定)	○
試験区② 半循環区	15L/分	5L/分	×	○ (14.0°C設定)	○
対照区 かけ流し区	×	20L/分	×	×	×

(5) 水温・水質測定、ミズカビ着生状況観察、発眼率調査

各区に自記式水温計 (T&D 社製 おんどとり TR-51i) を設置し 1 時間毎の水温を観測し、日平均水温と積算水温を整理した。試験期間中の溶存酸素量と pH はポータブルマルチ水質計 (TOADKK 社製 MM-42DP) で、アンモニア態窒素濃度はアンモニア性窒素試薬セット (HACH 社製 HACH1389) とポータブル吸光度計 (HACH 社製 DR900) で適宜測定した。

試験期間中の卵へのミズカビ着生状況を適宜目視観察した。

2024 年 12 月 26 日と 27 日に各区の検卵を行い、死卵数と収容卵数から発眼率を求めた。

結果と考察

(1) 水温と飼育期間の短縮効果

検卵時までの平均水温は、半循環カテキン区と半循環区でともに 12.1°C とかけ流し区の 10.3°C よりも高かった。また、ヒーター交換前までの平均水温は、半循環カテキン区と半循環区で 12.3°C、かけ流し区で 11.3°C だったのに対し、ヒーター交換後の平均水温は、半循環カテキン区で 12.1°C、半循環区で 12.0°C、かけ流し区で 10.0°C とヒーターの出力を上げたことにより加温効果が高まった (表 2、図 2)。

発眼の目安となる積算水温 240°C・日への到達日は、半循環カテキン区と半循環区で試験開始後 (以下、同じ) 20 日目、かけ流し区で 23 日目と 3 日間の飼育期間短縮効果があったと考えられた。検卵については、半循環カテキン区と半循環区で 27 日目に積算水温 327.4°C・日と 326.3°C・日で、かけ流し区では 28 日目に積算水温 290.9°C・日で行った。検卵時の積算水温が異なるため、便宜的に検卵の目安となる積算水温 300°C・日への到達日で比較すると半循環カテキン区と半循環区で 25 日目、かけ流し区で 29 日目と 4 日間の飼育期間短縮効果があったと考えられた (表 2、図 3)。

表 2. 半循環型サケ卵管理システム実証試験結果

	半循環カテキン区	半循環区	かけ流し区
採卵年月日	2024年11月29日	2024年11月29日	2024年11月29日
収容卵数 (粒) (a)	11,290	11,290	11,290
発眼目安年月日 ^{※1}	2024年12月19日	2024年12月19日	2025年12月22日
検卵目安年月日 ^{※2}	2024年12月24日	2024年12月24日	2025年12月28日
検卵年月日	2024年12月26日	2024年12月26日	2025年12月27日
検卵時積算水温 (°C・日)	327.4	326.3	290.9
検卵時死卵数 (粒) (b)	283	320	280
発眼率 (%) ((a-b)/a*100)	97.5	97.2	97.5
検卵時までの平均水温 (°C)	12.1	12.1	10.3

※1: 積算水温240°C・日到達年月日とした。

※2: 積算水温300°C・日到達年月日とした。

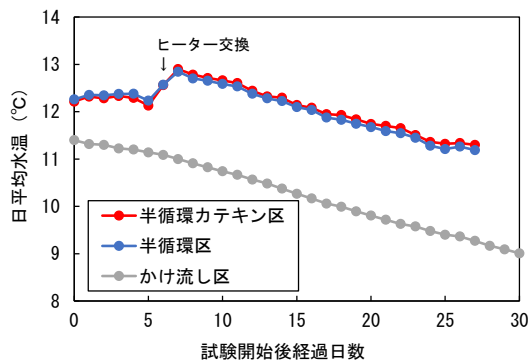


図 2. 日平均水温の推移

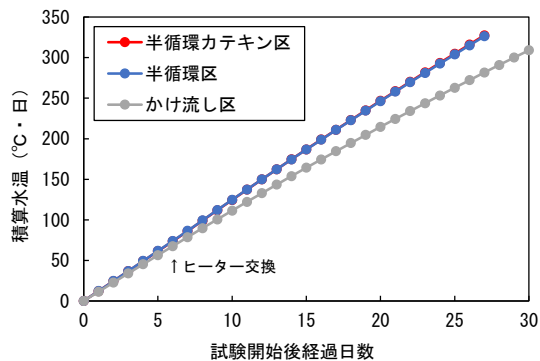


図 3. 積算水温の推移

(2) ミズカビ着生状況と発眼率

各区のミズカビの着生は、半循環カテキン区と半循環区では17日目、対照区では27日目に確認されたが、死卵1~4粒/区にわずかに着生している程度で卵塊が発生することはなかった。

検卵時に除去した死卵数と収容卵数から求めた発眼率は、半循環カテキン区で97.5%、半循環区で97.2%、かけ流し区で97.5%と各区で同等だった(表2、図4)。

(3) 水質

溶存酸素量は、半循環カテキン区で9.07~10.27mg/L、半循環区で8.97~10.38mg/Lと概ね一定で、試験期間を通してかけ流し区よりも高い値で推移しており、エアレーションの効果によるものと考えられた。かけ流し区についても8.08~9.09mg/Lと概ね一定ではあったが、日数経過とともにやや上昇する傾向が見られ、水温の低下が影響したものと考えられた(図5)。試験期間を通じ各区ともにさけ・ます増殖用水水質基準¹⁾及び水産用水基準²⁾である7mg/L以上を満たしていた。

pHは、各区ともに7.5~7.9台でほぼ一定に推移した(図6)。さけ・ます増殖用水水質基準では6.5~7.5の間であれば良好、水産用水基準では6.7~7.5とされ、本試験では試験期間を通じ各区ともにこれら基準をやや上回ったものの、各区ともに発眼率の低下が見られていないことや、水質汚濁に係る環境基準(昭和46年12月28日、環境庁告示第59号)では6.5~8.5となっていることから本試験のpHは卵管理に悪影響を与える水準ではないものと考えられた。

アンモニア態窒素濃度は、半循環カテキン区で試験開始時と6日目に0.06mg/Lであったが11日目には0.01mg/Lに低下し、17日目以降は検出されなかった。また、半循環区では試験開始時に0.01mg/Lであったが、6日目以降は検出されず、かけ流し区では試験期間を通じて検出されなかった(図7)。さけ・ます増殖用水水質基準では、アンモニア態窒素の含有量は0.1mg/L以下であることが望まれるとされ、本試験では試験期間を通じ各区ともにこの基準を満たしていた一方、水産用水基準では0.01mg/L以下とされ、半循環カテキン区での試験初期にこの基準を上回った。この要因として、サケ卵はまわりの水から酸素を取り入れアンモニアなどを排出する³⁾ことから、止水でカテキン浴を行ったことによってカテキン溶液中のアンモニア態窒素濃度が増加し、策で溶液を切ってからシステムに収容したものの、一部がシステム内に投入されたためと考えられ、カテキン浴後は卵を一定時間かけ流ししてからシステムに収容することで改善されることが考えられた。

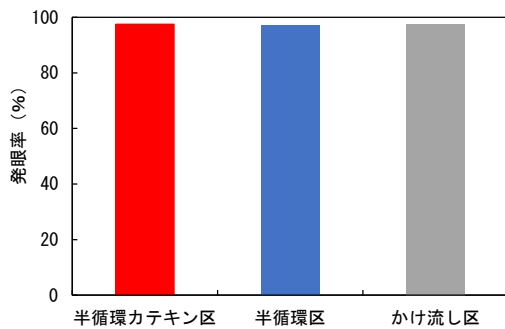


図4. 発眼率の比較

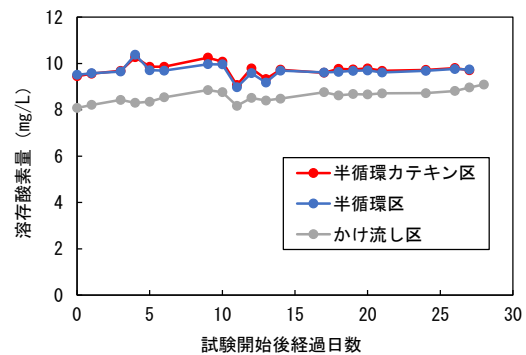


図5. 溶存酸素量の推移

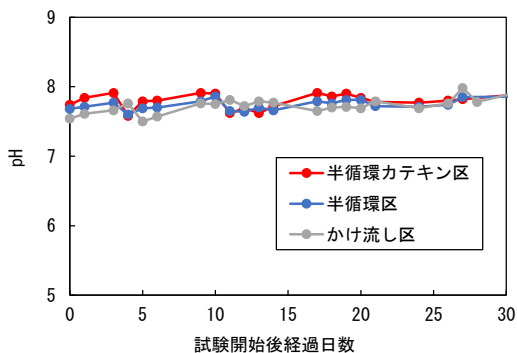


図6. pHの推移

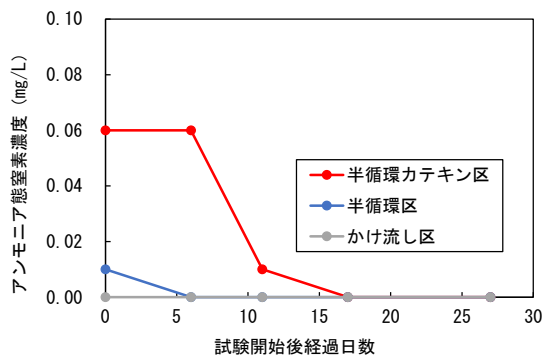


図7. アンモニア態窒素濃度の推移

このほか、2016年度と2017年度に実施された注水を併用しない閉鎖循環型サケ卵管理システムによる試験⁴⁻⁵⁾では、試験開始後2~4日目に潰卵由来の卵内物質の溶出、バクテリアの増殖によるものと考えられる飼育水の白濁が見られたが、本試験では白濁は観察されなかった。

(4) まとめ

内水面研究所ではこれまで、受精から発眼期までと発眼期から浮上期までの2つのステージに分けて飼育期間短縮のための技術開発やふ化場での実証試験に取り組んできた。受精から発眼期までについては、2016年度に老部川ふ化場（東通村）で、2017年度に笹内川ふ化場（深浦町）において、注水を併用しない閉鎖循環型システムの実証試験⁴⁻⁵⁾が行われ、発眼期までの飼育期間を通常のかげ流し飼育よりも11~23日短縮させ、発眼率もかけ流しと同等の成績が得られた一方で、飼育中の溶存酸素量の低下やアンモニア態窒素濃度の上昇、ミズカビ病の発生が課題となった。また、2017年度に内水面研究所内で実施された試験⁶⁾ではエアレーションによって溶存酸素量の低下を解消した一方で、ミズカビ病に加えて卵膜軟化症の発生も課題となった。

2018年度に内水面研究所内で実施された試験⁷⁾では、カテキン浴によるミズカビ病抑制効果が確認され、卵膜軟化症抑制の可能性も示唆されたほか、注水を併用する半循環型システムによってもこれらの抑制効果が示され、アンモニア態窒素濃度の増加も抑制された。しかしながら、2019年度に老部川ふ化場で実施された半循環型システムの実証試験⁸⁾ではミズカビ病が発生し発眼率が著しく低下した。

これまでの試験結果を踏まえ本試験では、追良瀬川ふ化場において、半循環型システムにカテキン浴を施した卵と施さない卵を収容・飼育し、飼育期間や発眼率等について通常のかげ流し飼育との比較を行った。その結果、発眼期までの飼育期間について4日間の短縮効果を得た。追良瀬川ふ化場では、稚魚の浮上後から放流までの間に水温の低い河川水を多用するため稚魚の成長が遅く、春先の沿岸水温や餌環境から判断される放流通期⁹⁾における放流サイズが小型であるが、半循環型システムによって発眼期までの飼育期間を4日間短縮させることは、放流通期までに稚魚へ給餌・成長させる期間を4日延長させるもので、その分の放流サイズの大型化が期待された。

また、本試験ではミズカビ病や卵膜軟化症が発生せず、発眼率も97%を超え、かけ流し飼育と同等であった。一方、カテキン浴実施の有無でミズカビ着生状況や発眼率に違いが見られなかったため、カテキン浴の効果を把握することはできなかった。本試験での卵の収容数はふ化槽1区画に11.3千粒と同ふ化槽の標準的な収容能力である10万粒からすると非常に低密度であり、死卵の発生による飼育水の対流不良やミズカビの着生・拡大による死卵塊の発生、水質の悪化が起きにくい環境だったと考えられる。現在、サケ親魚の来遊不振により十分な卵の確保が極めて困難な状況にあるが、2024年度には他県産の受精卵を10万粒単位で移入した実績もあることから、今後、収容卵数を増やして実証試験を実施し、データを蓄積することが望まれる。

謝 辞

本試験の実施にご協力いただきました追良瀬内水面漁業協同組合の斎藤優氏をはじめ、ふ化場関係者の皆様に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 社団法人本州鮭鱒増殖協会（2003）サケ人工ふ化放流百問百答（改訂版），125-126.
- 2) 社団法人日本水産資源保護協会（2018）水産用水基準第8版.
- 3) 独立行政法人さけ・ます資源管理センター（2004）ふ化放流技術マニュアル．センター季刊誌さけ・ます通信，7号，1-3.
- 4) 松谷紀明（2021）未来につなぐさけ漁業推進事業（閉鎖循環型サケ卵管理システム実証試験）．平成28年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告，61-67.
- 5) 松谷紀明（2021）未来につなぐさけ漁業推進事業（閉鎖循環型サケ卵管理システム実証試験）．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, 54-59.

- 6) 松谷紀明 (2021) 未来につなぐさけ漁業推進事業 (閉鎖循環型サケ卵管理システムにおけるろ材の検討). 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, 60-65.
- 7) 松谷紀明 (2023) さけ稚魚生産ステップアップ事業 (循環型サケ卵管理システムにおける卵膜軟化症及びミズカビ病抑制法の検討). 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, 137-145.
- 8) 松谷紀明 (2020) 発生コントロールによるサケの適期放流. さけ稚魚生産システムステップアップ事業御術普及講習会資料.
- 9) 山日達道・山内壽一・榎 昌文 (1996) ウ. 放流状況調査. 平成 6 年度さけ・ます資源管理・効率化推進事業実施結果, 28-45.

「つくる、育てる、稼げる」あおもりの漁業創出事業（サケ） （野生親魚を利用したサケ稚魚の生産放流試験）

田澤 亮・静 一徳

目 的

サケの回帰率向上に向け、回帰率が高いとされる野生親魚を利用したサケ稚魚の生産と放流を行い、その回帰率を把握することを目的とする。

材料と方法

(1) 親魚捕獲

親魚捕獲は、2019年4月11日の稚魚放流（奥入瀬川サケふ化場（相坂）産の2018年級稚魚をトラック輸送）を最後に放流が行われていない六ヶ所村老部地区の老部川で行った。2024年12月17日、老部川に架かる国道338号の橋から下流へおよそ150mの区間を踏査し、発見した親魚を目合10cmの投網1ヶ統及び徒手で捕獲した（図1,2）。捕獲した親魚は活魚トラックで奥入瀬川サケふ化場（相坂）へ運搬し、ボックス型ふ化槽で一晩蓄養した。

(2) 採卵・受精・飼育管理

2024年12月18日、奥入瀬川で捕獲した雌の親魚から産卵した卵に、前日に老部川で捕獲した雄の親魚の精子を受精させた。親魚については魚体測定と鱗による年齢査定を行った。受精卵は増収型アトキンス式ふ化槽に收容し、放流まで地下水かけ流しにより飼育管理した。

(3) 施標・放流

2025年3月27日、生産した稚魚に脂鰭切除標識を施し、同日に奥入瀬川へ放流した。



図1. 投網による親魚捕獲状況



図2. 老部川で捕獲した親魚（雄）

結果と考察

(1) 親魚捕獲

老部川において雌2尾、雄2尾を捕獲した（表1のNo.1~4）。雌の1尾については河川内で死亡していたものを徒手で捕獲した。雌のもう1尾は産卵後だった。捕獲時の河川水温は4.9℃だった。老部川の踏査区間にはサケのものと思われる産卵床（図3）が複数確認され、老部川でサケの自然産卵が行われているものと考えられた。親魚の年齢査定の結果、2019年級（5年魚）と2020年級（4年魚）であったため、捕獲した親魚は老部川で放流された稚魚が回帰したものではなかった。

(2) 採卵・受精・飼育管理

奥入瀬川の雌の親魚2尾と老部川の雄の親魚2尾（表1のNo.3~6）を用いて受精卵5,000粒を得た。受精卵は吸水後、増収型アトキンス式ふ化槽で地下水かけ流しにより飼育管理し、稚魚1,990尾を生産した（表2）。

飼育管理中の卵の発眼率は88.0%、ふ化率は58.2%と低かった。特にふ化直前の死卵が多く、ミズカビの着生も多く確認された。本試験の卵は、雌親魚を奥入瀬川（切田地区）で捕獲し、河川水を積んだ活魚トラックでふ化場へ運搬して即日採卵したものであったが、河川水温が2℃台であったのに対し、ふ化槽の水温は14℃台であったため、この水温差が卵にダメージを与えた可能性がある。このため、捕獲親魚はふ化場の地下水で一定期間、蓄養・馴致させたものを使うなどの対策が必要と考えられた。また、ミズカビ対策として吸水後のカテキン浴を検討する必要があると考えられた。



図3. 老部川の産卵床

表1. 捕獲親魚の魚体測定と年齢査定結果

No.	捕獲河川名	性別	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	年級	備考
1	老部川	♀	67	3.5	2020	捕獲時点で死亡
2	老部川	♀	59	2.3	2019	捕獲時点で産卵後。蓄養中に死亡
3	老部川	♂	63	2.6	2019	採精
4	老部川	♂	62	2.0	2020	採精
5	奥入瀬川	♀	64	2.8	2020	採卵
6	奥入瀬川	♀	68	3.1	2020	採卵

表2. 野生親魚を利用した稚魚の生産・放流結果

採卵年月日	2024年12月18日
採卵数 (粒)	(a) 5,000
受精卵平均卵径 (mm)	7.4
受精卵平均重量 (g)	0.25
検卵年月日	2025年1月10日
検卵時積算水温 (°C・日)	337
発眼卵数 (粒)	(b) 4,400
発眼率 (%)	(b/a*100) 88.0
ふ化開始年月日	2025年1月16日
ふ化終了年月日	2025年1月27日
ふ化終了時積算水温 (°C・日)	579
ふ化尾数 (尾)	(c) 2,560
ふ化率 (%)	(c/b*100) 58.2
浮上開始年月日	2025年2月14日
浮上終了年月日	2025年2月25日
浮上終了時積算水温 (°C・日)	980
浮上尾数 (尾)	(d) 2,230
浮上率 (%)	(d/c*100) 87.1
浮上魚平均尾叉長 (mm)	38.7
浮上魚平均体重 (g)	0.38
稚魚生産終了 (放流) 年月日	2025年3月27日
稚魚生産尾数 (尾)	(e) 1,990
稚魚生残率 (%)	(e/d*100) 89.2
標識放流尾数 (尾)	(f) 1,960
標識率 (%)	(f/e*100) 98.5
放流魚平均尾叉長 (mm)	57.0
放流魚平均体重 (g)	1.44

(3) 施標・放流

生産した稚魚 1,990 尾のうち 1,960 尾に脂鱗切除標識を施し、3 月 27 日に奥入瀬川へ放流した。

本試験で放流した稚魚は、2027 年度に 3 年魚で回帰し始めると見込まれるため、当該年度以降、奥入瀬川で回帰親魚の標識調査を実施し、河川回帰率を把握する予定である。

近年のサケの記録的な来遊不振の要因として地球温暖化による海洋環境の変化が挙げられており、画一的な人工環境下で作られた均一なふ化場魚は野生魚に比べ環境変化に対する適応力が劣ると言われている¹⁻²⁾。他方で、野生魚がふ化放流事業の親魚に加わることによって放流された稚魚の回帰率が向上していたとの報告がある³⁾。

本県の河川における野生魚の分布場所や分布量等はほとんど調査されていないが、こうした野生魚のふ化放流事業への利用について、本試験による標識放流魚の回帰状況も踏まえながら検討していくことも本県のサケ回帰率の向上のために必要ではないかと考えられた。

謝 辞

本試験の実施にご協力いただきました奥入瀬川鮭鱒増殖漁業協同組合、六ヶ所村海水漁業協同組合、六ヶ所村の皆様感謝申し上げます。

文 献

- 1) 帰山雅秀 (1999) サケ属魚類における野生魚と孵化場魚の生物学的相互作用. 水産育種, 27, 33-44.
- 2) 森田健太郎 (2020) サケを食べながら守り続けるために. 日本水産学会誌, 86 (3), 180-183.
- 3) 佐橋玄記 (2023) ふ化放流の効果を高めるためには野生魚の保全が重要だった: 野生魚は放流稚魚の回帰率を改善する. SALMON 情報, 17, 9-12.

さけ・ます資源増大対策調査事業（サケ）

田澤 亮

目 的

さけ資源の増大及び回帰率の向上のため、県内ふ化場の増殖実態を把握し、適正な種苗生産及び放流の指導を行う。また、河川回帰親魚調査により資源評価及び来遊予測のための基礎資料を得る。

材料と方法

1. 捕獲親魚調査

青森県農林水産部水産局水産振興課が各ふ化場から集計した2024年8月から2025年1月までの旬別サケ捕獲尾数を使用した。また、旬毎に雌雄各50尾の尾叉長、体重測定及び採鱗を各ふ化場に依頼し、年齢査定を行った。なお、新井田川、奥入瀬川（一部）、老部川、追良瀬川については、国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所が査定した。

なお、川内川、清水川、中村川及び笹内川は2023年度に引き続き親魚捕獲が行われなかった。また、赤石川ふ化場では赤石川に捕獲施設を設置せず、ふ化場の排水路に遡上した親魚の捕獲を行った。

[調査対象河川]

太平洋 5 河川：新井田川、馬淵川、五戸川、奥入瀬川、老部川（東通村）

津軽海峡 1 河川：大畑川

陸奥湾 1 河川：野辺地川

日本海 2 河川：赤石川、追良瀬川

2. 増殖実態調査

各ふ化場で放流回毎に60尾の稚魚をサンプリングし、100%エタノール固定したものを回収し、魚体測定を行った。

結果と考察

1. 捕獲親魚調査

河川別地域別の捕獲尾数を表1及び図1-1～1-4に示した。

県全体の河川捕獲親魚尾数は7,120尾（前年比197.0%）であった。地域別では太平洋が5,521尾（前年比211.0%）、津軽海峡が179尾（前年比92.7%）、陸奥湾が57尾（前年比77.0%）、日本海が1,363尾（前年比186.2%）であった。

河川別で見ると、2024年度に下田地区での親魚捕獲を再開した奥入瀬川が前年度を大きく上回り（対前年比1633.8%）、赤石川でも前年度を大きく上回った（前年比300.7%）。一方で老部川（対前年比55.3%）、追良瀬川（対前年比43.6%）では前年度を大きく下回った。

前年度に引き続き、県内全域で河川卵の確保が難しい状況となったため、海産親魚の供給のほか、日本海地域の2ふ化場に対しては山形県からの受精卵の移入が行われた。

表 1. 河川別捕獲親魚尾数

海域名 河川名	太平洋					計	津軽海峡		陸奥湾		日本海		計	全県
	新井田川	馬淵川	五戸川	奥入瀬川	老部川		大畑川	野辺地川	赤石川	追良瀬川				
捕獲尾数 (尾)	818	1,774	185	2,467	277	5,521	179	57	1,221	142	1,363	7,120		
対前年比 (%)	145.0	141.8	124.2	1,633.8	55.3	211.0	92.7	77.0	300.7	43.6	186.2	197.0		

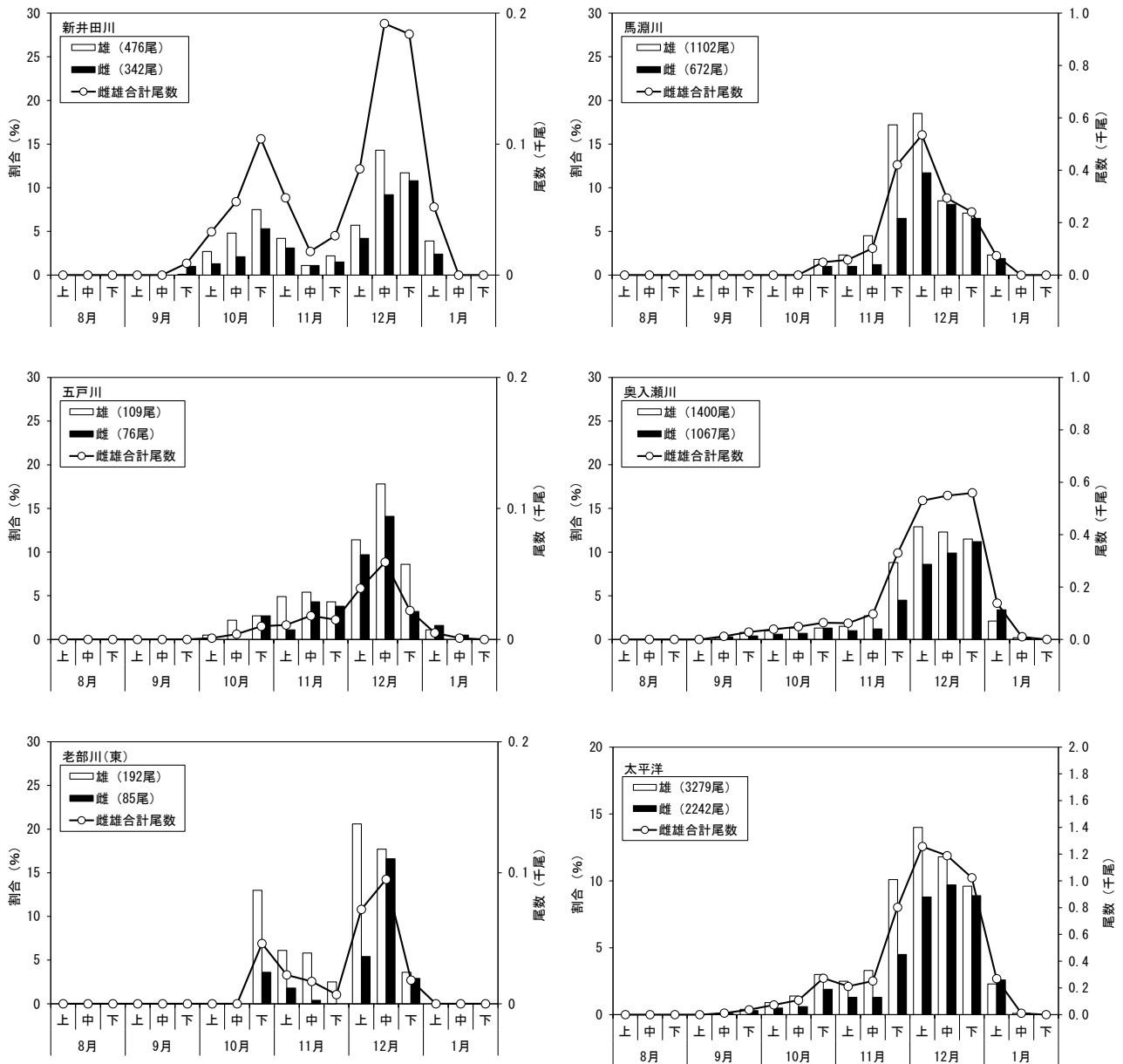


図 1-1. 河川別捕獲親魚尾数 (太平洋)

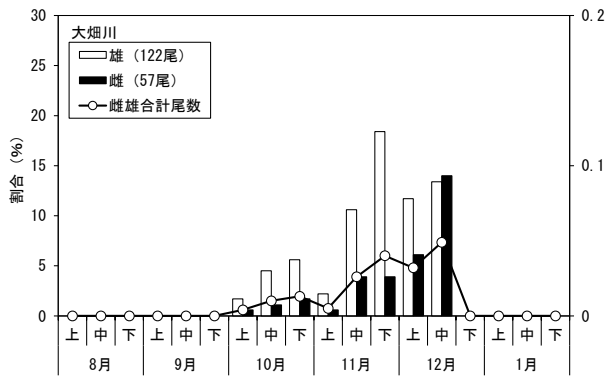


図 1-2. 河川別捕獲親魚尾数（津軽海峡）

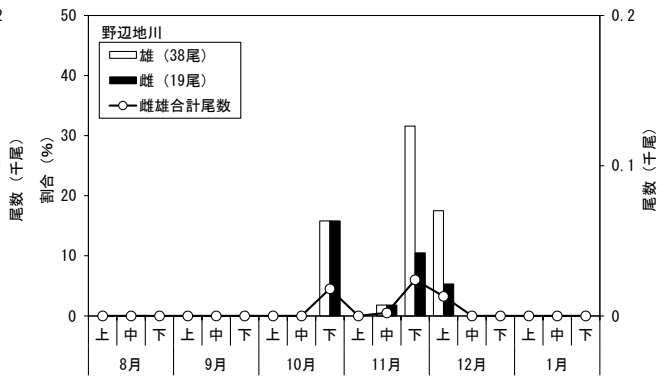


図 1-3. 河川別捕獲親魚尾数（陸奥湾）

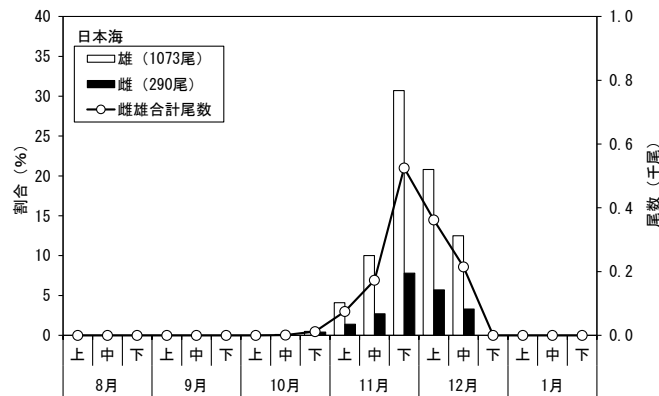
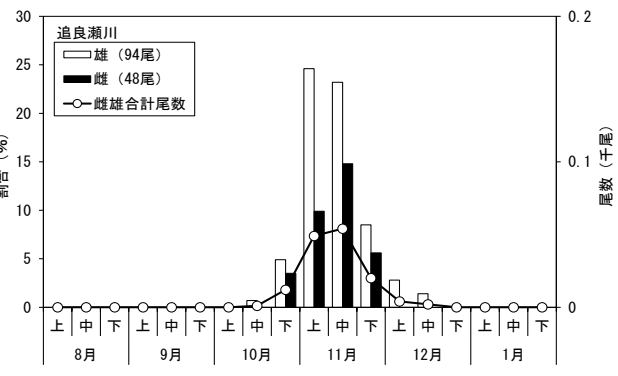
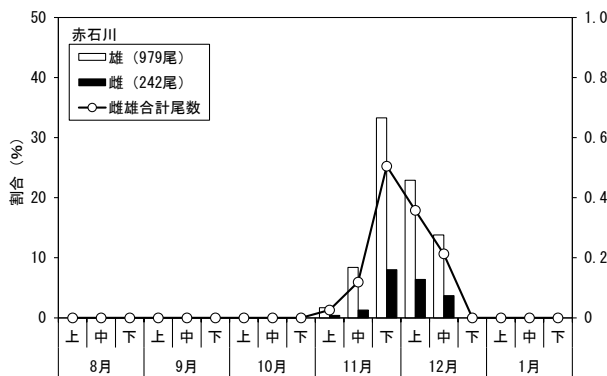


図 1-4. 河川別捕獲親魚尾数（日本海）

2024年度の河川別捕獲親魚年齢組成を表2に、また全県の年齢別河川捕獲親魚尾数の推移を図2-1～2-2に、地域別年齢別河川捕獲尾数の推移を表3に、年級群別河川捕獲親魚尾数の推移を図3に示した。

雌雄合計の年齢組成を河川別にみると、新井田川、馬淵川、奥入瀬川、赤石川、追良瀬川では4年魚>3年魚>5年魚の順、老部川、大畑川では4年魚>5年魚>3年魚の順、野辺地川では3年魚>4年魚>5年魚の順と、河川ごとの年齢組成が異なっていた。県全体の3年魚の捕獲尾数は前年度を上回ったものの引き続き低水準であることから、2025年度の来遊も厳しい状況が続くものと考えられた。

表 2. 河川別捕獲親魚年齢組成

河川名	♂ (%)						捕獲尾数	♀ (%)						捕獲尾数	♂+♀ (%)						捕獲尾数
	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚	
新井田川	0.2	36.3	58.7	4.3	0.5	0.0	476	0.0	17.1	75.8	6.4	0.7	0.0	342	0.1	28.3	65.8	5.2	0.6	0.0	818
馬淵川	0.0	21.1	71.4	6.4	1.1	0.0	1,102	0.0	11.5	83.1	5.4	0.0	0.0	672	0.0	17.5	75.9	6.0	0.7	0.0	1,774
奥入瀬川	0.0	21.9	70.5	7.6	0.0	0.0	1,400	0.0	14.7	76.3	8.0	1.0	0.0	1,067	0.0	18.8	73.0	7.8	0.4	0.0	2,467
老部川(東)	0.0	5.4	86.6	8.0	0.0	0.0	192	0.0	6.5	75.4	13.5	4.7	0.0	85	0.0	5.7	83.2	9.7	1.4	0.0	277
太平洋 計	0.0	22.8	70.0	6.7	0.4	0.0	3,170	0.0	13.8	78.3	7.1	0.8	0.0	2,166	0.0	19.1	73.4	6.9	0.6	0.0	5,336
大畑川	0.0	9.8	76.1	12.1	2.0	0.0	122	0.0	1.8	81.5	16.8	0.0	0.0	57	0.0	7.3	77.8	13.6	1.3	0.0	179
津軽海峡 計	0.0	9.8	76.1	12.1	2.0	0.0	122	0.0	1.8	81.5	16.8	0.0	0.0	57	0.0	7.3	77.8	13.6	1.3	0.0	179
野辺地川	0.0	73.2	26.8	0.0	0.0	0.0	38	0.0	69.2	21.3	9.5	0.0	0.0	19	0.0	71.9	25.0	3.2	0.0	0.0	57
陸奥湾 計	0.0	73.2	26.8	0.0	0.0	0.0	38	0.0	69.2	21.3	9.5	0.0	0.0	19	0.0	71.9	25.0	3.2	0.0	0.0	57
赤石川	0.0	44.7	47.0	8.4	0.0	0.0	979	0.0	41.6	50.8	7.6	0.0	0.0	242	0.0	44.1	47.7	8.2	0.0	0.0	1,221
追良瀬川	0.0	24.0	69.7	6.3	0.0	0.0	94	0.0	1.0	94.9	4.2	0.0	0.0	48	0.0	16.2	78.2	5.6	0.0	0.0	142
日本海 計	0.0	42.9	49.0	8.2	0.0	0.0	1,073	0.0	34.8	58.1	7.1	0.0	0.0	290	0.0	41.2	50.9	7.9	0.0	0.0	1,363
県 計	0.0	27.8	64.7	7.2	0.4	0.0	4,403	0.0	16.3	75.6	7.4	0.7	0.0	2,532	0.0	23.6	68.7	7.2	0.5	0.0	6,935

※五戸川は調査なし。

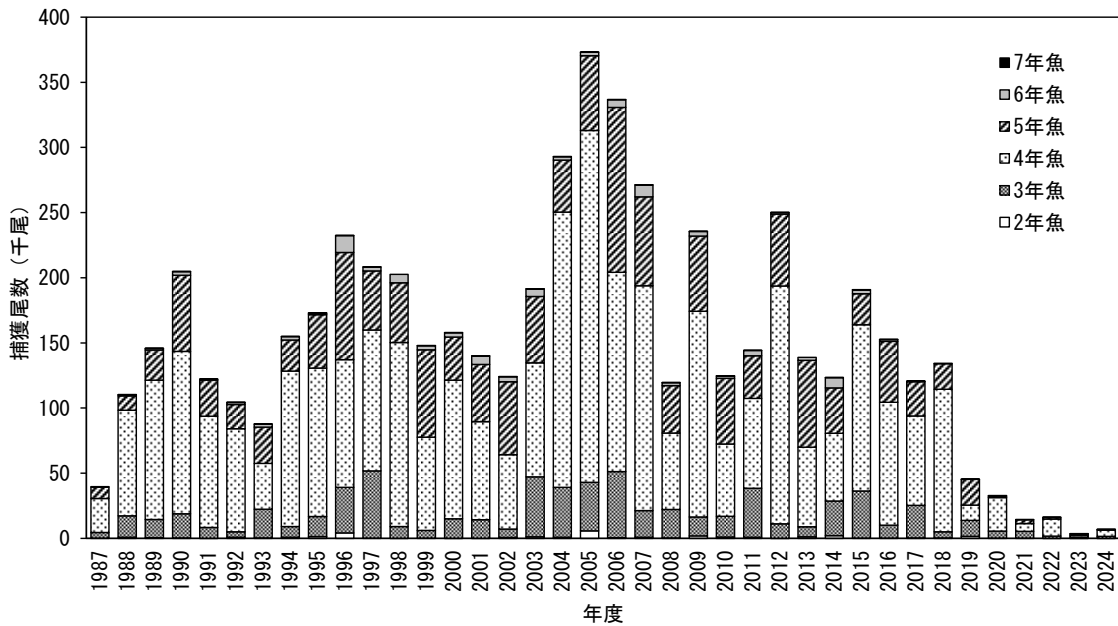


図 2-1. 年齢別河川捕獲親魚尾数の推移 (全県、1987~2024 年度)

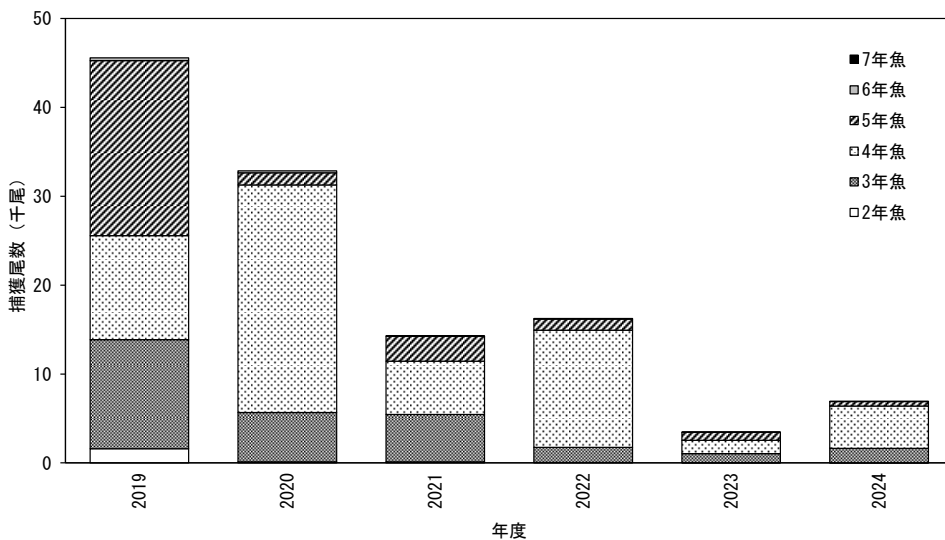


図 2-2. 年齢別河川捕獲親魚尾数の推移 (全県、2019~2024 年度)

表3. 地域別年齢別河川捕獲尾数の推移

地域	年度	推定尾数(尾)						河川捕獲尾数	地域	年度	推定尾数(尾)						河川捕獲尾数	欠測
		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚				2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚		
太平洋	1987	152	2,391	16,238	6,849	230	0	25,860	陸奥湾	1987	13	772	5,825	1,378	70	0	8,058	
	1988	783	13,223	59,393	6,610	664	4	80,677		1988	7	1,763	11,337	3,111	114	8	16,340	
	1989	374	10,761	81,362	16,384	706	0	109,587		1989	136	1,246	11,708	3,799	336	0	17,225	
	1990	321	15,907	93,272	48,604	2,571	0	160,676		1990	78	1,591	10,737	2,975	127	0	15,508	
	1991	0	6,028	75,688	17,010	211	0	98,937		1991	3	1,757	6,567	4,822	163	8	13,320	
	1992	942	2,693	62,718	15,569	1,221	0	83,143		1992	4	1,043	12,520	1,883	150	1	15,601	
	1993	323	19,172	18,606	20,777	1,595	0	60,473		1993	3	1,183	9,914	5,996	584	15	17,695	
	1994	728	6,748	86,584	14,161	1,910	33	110,164		1994	6	405	13,484	5,937	378	0	20,210	
	1995	1,479	12,792	90,029	32,352	1,010	0	137,662		1995	0	398	7,627	4,112	203	0	12,341	
	1996	4,049	32,421	79,409	66,636	11,292	0	193,806		1996	123	803	7,521	6,265	954	6	15,672	
	1997	207	47,474	95,597	39,725	2,675	0	185,678		1997	0	2,728	6,857	3,168	188	0	12,941	
	1998	41	8,270	124,807	42,334	6,153	0	181,605		1998	0	429	11,012	2,683	131	0	14,255 清水川・野辺地川	
	1999	94	4,337	58,542	60,808	3,095	57	126,933		1999	0	1,054	8,589	4,601	3	0	14,247 清水川	
	2000	74	14,061	87,737	27,599	2,876	78	132,425		2000	0	548	13,847	3,194	286	0	17,875 清水川	
	2001	11	12,751	63,320	31,320	5,283	12	112,697		2001	3	483	7,845	8,961	1,039	48	18,380	
	2002	755	4,258	47,253	50,978	3,600	79	106,923		2002	21	1,674	6,218	3,216	159	0	11,288	
	2003	1,280	39,531	65,844	44,041	5,373	2	156,071		2003	15	3,374	14,787	5,076	226	24	23,502	
	2004	722	34,178	172,096	31,290	2,407	0	240,693		2004	174	2,273	22,500	6,731	145	0	31,823 野辺地川	
	2005	5,456	32,146	237,861	45,754	1,712	196	323,125		2005	53	2,987	21,357	6,272	741	0	31,410	
	2006	428	40,886	130,339	107,105	4,939	9	283,706		2006	49	6,750	13,194	12,392	406	0	32,791	
	2007	694	17,669	134,923	62,137	7,702	131	223,256		2007	105	1,165	24,064	3,049	441	0	28,824	
	2008	353	19,651	47,557	23,213	1,958	110	92,842		2008	35	986	4,426	10,486	153	66	16,152	
	2009	1,515	11,287	121,101	44,464	2,376	161	180,904		2009	326	2,436	23,369	8,884	1,051	0	36,066	
	2010	1,030	7,899	45,293	39,721	1,564	15	95,522		2010	0	6,205	6,242	5,258	65	0	17,770	
2011	618	34,241	56,841	29,529	3,535	26	124,790	2011	64	2,730	7,296	1,828	167	0	12,085			
2012	0	7,274	165,960	48,808	1,027	66	223,135	2012	64	2,621	13,965	4,780	133	0	21,563			
2013	1,045	4,984	44,253	58,980	1,982	0	111,244	2013	32	1,251	9,792	5,439	219	0	16,733			
2014	1,794	22,390	37,485	25,435	6,850	61	94,015	2014	280	2,129	7,438	5,521	733	57	16,158			
2015	132	29,835	114,663	18,573	2,560	182	165,945	2015	37	4,760	6,465	2,606	298	0	14,165			
2016	199	7,372	75,938	42,269	1,221	12	127,011	2016	46	913	11,820	1,914	141	32	14,866			
2017	142	20,595	58,779	23,189	349	23	103,077	2017	168	2,938	4,030	1,600	115	0	8,851			
2018	134	3,229	91,558	17,138	183	0	112,242	2018	220	1,170	9,846	735	57	0	12,027			
2019	356	5,140	9,095	17,528	250	0	32,370	2019	789	3,693	1,490	787	16	0	6,776			
2020	97	2,273	16,798	984	196	0	20,348	2020	16	1,696	3,840	133	3	0	5,688			
2021	41	4,373	3,616	2,340	25	0	10,395	2021	75	351	1,162	207	0	0	1,795 清水川			
2022	45	847	11,330	944	49	0	13,215	2022	10	421	713	167	3	0	1,314 清水川			
2023	31	740	925	761	10	0	2,467	2023	3	9	46	16	0	0	74 清水川・川内川			
2024	1	1,020	3,917	367	31	0	5,336	2024	0	41	14	2	0	0	57 清水川・川内川			
津軽海峡	1987	0	104	422	77	5	0	608	日本海	1987	18	1,023	3,624	526	34	0	5,225	
	1988	3	94	2,030	224	6	0	2,357		1988	3	1,489	8,218	1,014	84	0	10,808	
	1989	0	133	1,584	543	9	0	2,269		1989	22	1,859	12,182	2,516	103	1	16,683	
	1990	0	149	3,708	1,983	91	3	5,934		1990	12	800	16,926	4,809	45	0	22,592	
	1991	0	226	913	358	39	0	1,536		1991	9	406	2,221	5,501	248	0	8,385	
	1992	0	34	1,060	178	2	0	1,274		1992	1	389	2,847	828	262	0	4,327	
	1993	0	31	598	317	14	0	960		1993	1	1,682	6,016	826	59	0	8,584	
	1994	2	26	1,748	649	47	6	2,478		1994	81	1,164	17,446	3,049	224	2	21,966	
	1995	0	26	263	880	45	1	1,214		1995	0	2,056	16,052	3,532	97	0	21,737	
	1996	6	94	807	731	133	0	1,771		1996	59	1,725	10,097	8,600	676	0	21,157	
	1997	0	54	424	168	22	4	672		1997	48	1,280	5,292	2,198	158	5	8,981	
	1998	0	32	271	93	4	0	400		1998	0	290	5,113	849	52	0	6,304	
	1999	0	21	174	101	1	0	297		1999	0	596	4,355	1,432	44	4	6,431 笹内川	
	2000	0	76	256	82	5	0	419		2000	8	364	4,483	2,206	70	0	7,131	
	2001	0	60	239	128	19	1	448		2001	4	1,005	3,931	3,377	127	2	8,445	
	2002	0	4	194	63	0	0	261		2002	0	506	3,416	1,669	67	27	5,685	
	2003	0	96	394	179	13	0	682		2003	13	2,879	6,448	1,772	139	0	11,251	
	2004	0	81	939	427	18	0	1,465		2004	9	1,748	15,593	1,534	38	9	18,931	
	2005	0	210	1,301	610	44	5	2,170		2005	186	2,096	9,362	4,739	106	0	16,489	
	2006	9	210	895	839	44	3	2,000		2006	42	2,869	8,456	6,230	617	72	18,286	
	2007	0	238	1,375	522	88	0	2,223		2007	79	1,329	12,180	2,505	918	6	17,017	
	2008	8	292	1,334	421	19	5	2,079		2008	0	938	5,242	2,231	134	28	8,573	
	2009	132	129	1,545	516	8	0	2,330		2009	28	557	11,818	3,837	156	0	16,396	
	2010	4	719	1,133	1,251	41	4	3,152		2010	7	1,050	2,936	4,033	124	0	8,150	
2011	26	193	1,982	442	54	0	2,697	2011	120	539	2,860	860	196	0	4,575			
2012	0	321	917	727	8	0	1,973	2012	11	947	1,579	830	10	3	3,380 笹内川			
2013	12	87	985	574	47	0	1,705	2013	92	1,500	6,038	1,524	107	0	9,261			
2014	7	492	1,291	1,069	77	0	2,936	2014	0	1,604	5,771	2,859	189	0	10,423			
2015	14	424	1,641	608	53	0	2,740	2015	0	1,173	4,862	1,972	61	0	8,069			
2016	0	219	1,656	447	54	0	2,376	2016	3	965	5,273	1,383	189	0	7,813			
2017	2	131	584	227	7	0	950	2017	10	1,401	5,210	1,130	0	0	7,751			
2018	9	77	1,862	402	5	0	2,354	2018	0	221	6,039	1,446	25	0	7,731			
2019	7	719	285	370	4	0	1,385	2019	437	2,720	830	1,006	47	0	5,041			
2020	0	103	1,452	92	15	0	1,662	2020	6	1,486	3,496	156	6	0	5,150			
2021	0	74	130	74	1	0	278	2021	4	534	1,073	216	0	0	1,827			
2022	0	75	536	17	4	0	632	2022	5	342	605	131	1	0	1,084 笹内川			
2023	0	38	76	75	4	0	193	2023	0	230	436	66	0	0	732 笹内川			
2024	0	13	139	24	2	0	179	2024	0	561	694	108	0	0	1,363 笹内川			

※太平洋地域は五戸川を除く。

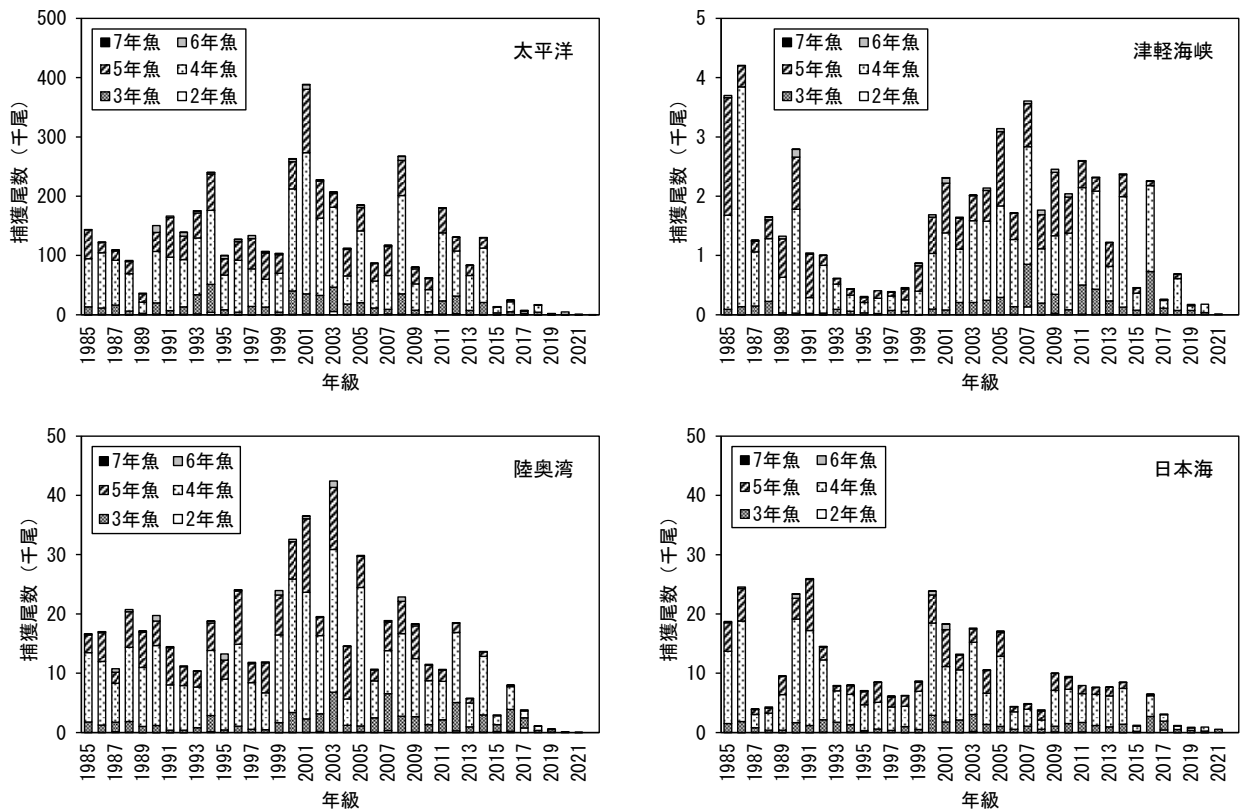


図3. 年級群別河川捕獲親魚尾数の推移

2024年度の河川別捕獲親魚の年齢別平均尾叉長、平均体重、平均肥満度を表4に、地域別雌雄別の平均尾叉長と平均体重の推移を図4及び図5に示した。

2024年度の全県の平均体重は、3年魚で雄1.9kg、雌2.1kg、4年魚で雄2.8kg、雌3.0kg、5年魚で雄3.1kg、雌3.4kgと、4年魚の雌を除き全体に小型化が見られた。

表4. 河川別捕獲親魚の平均尾叉長、平均体重及び平均肥満度

河川名	♂									♀								
	3年魚			4年魚			5年魚			3年魚			4年魚			5年魚		
	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (kg)	平均肥満度	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (kg)	平均肥満度	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (kg)	平均肥満度	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (kg)	平均肥満度	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (kg)	平均肥満度	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (kg)	平均肥満度
新井田川	57.8	1.8	9.0	65.0	2.6	9.3	65.0	2.5	8.8	57.6	1.7	8.9	65.4	2.7	9.5	69.6	3.1	9.1
馬淵川	58.6	1.9	9.1	67.5	3.0	9.8	71.0	3.5	9.7	60.5	2.0	9.1	66.9	3.0	10.0	68.7	3.3	10.1
奥入瀬川	58.4	1.9	9.6	64.1	2.5	9.4	67.7	3.0	9.5	59.9	2.3	10.8	67.3	3.2	10.4	71.2	3.6	10.1
老部川(東)	60.0	2.0	9.3	65.6	2.8	9.7	66.5	3.3	10.8	63.0	2.4	9.5	67.7	3.1	10.0	72.0	4.1	10.9
太平洋	58.3	1.9	9.3	65.5	2.7	9.5	68.4	3.1	9.6	59.7	2.1	10.0	66.9	3.0	10.1	70.4	3.5	10.0
大畑川	61.3	2.9	12.8	66.3	3.0	10.2	70.6	3.3	9.4	57.0	2.0	10.8	67.9	3.1	10.0	70.8	3.1	8.8
津軽海峡	61.3	2.9	12.8	66.3	3.0	10.2	70.6	3.3	9.4	57.0	2.0	10.8	67.9	3.1	10.0	70.8	3.1	8.8
野辺地川	58.7	1.9	9.5	64.0	2.7	9.9				61.4	2.2	9.4	64.3	2.6	9.7	69.0	2.7	8.2
陸奥湾	58.7	1.9	9.5	64.0	2.7	9.9				61.4	2.2	9.4	64.3	2.6	9.7	69.0	2.7	8.2
赤石川	60.1	2.0	9.3	66.7	2.9	9.6	69.9	3.1	9.2	59.9	2.2	10.3	66.6	3.1	10.3	67.9	3.3	10.3
追良瀬川	59.4	2.0	9.6	65.2	2.6	9.6	72.7	3.1	8.0	59.0	2.2	10.6	65.1	2.7	9.5	69.0	2.6	8.0
日本海	60.1	2.0	9.3	66.5	2.9	9.6	70.1	3.1	9.1	59.9	2.2	10.3	66.2	3.0	10.1	68.0	3.2	10.1
県	59.0	1.9	9.3	65.7	2.8	9.6	69.0	3.1	9.4	59.8	2.1	10.0	66.8	3.0	10.1	70.2	3.4	9.9

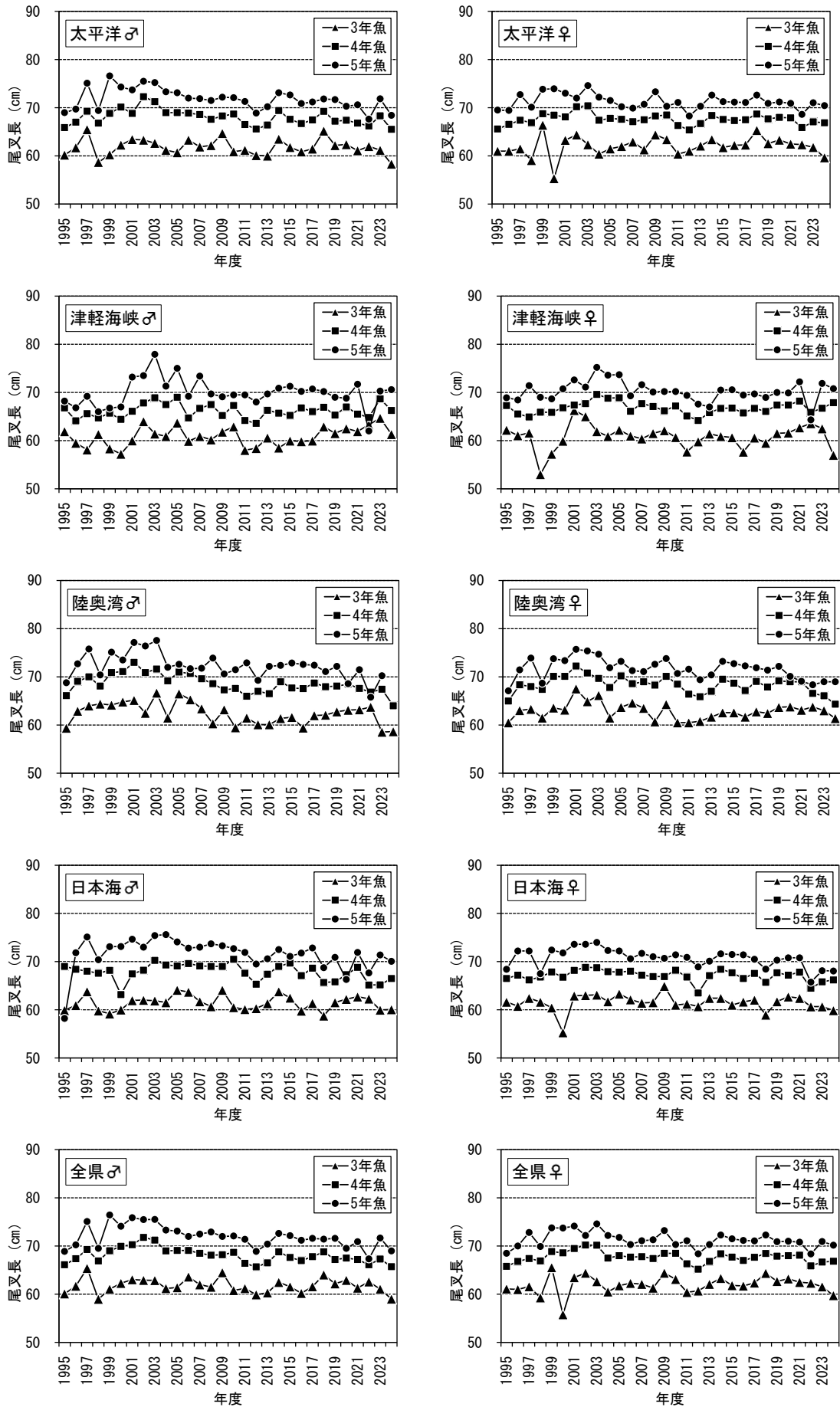


図4. 地域別捕獲親魚平均尾叉長の推移 (左:雄、右:雌)

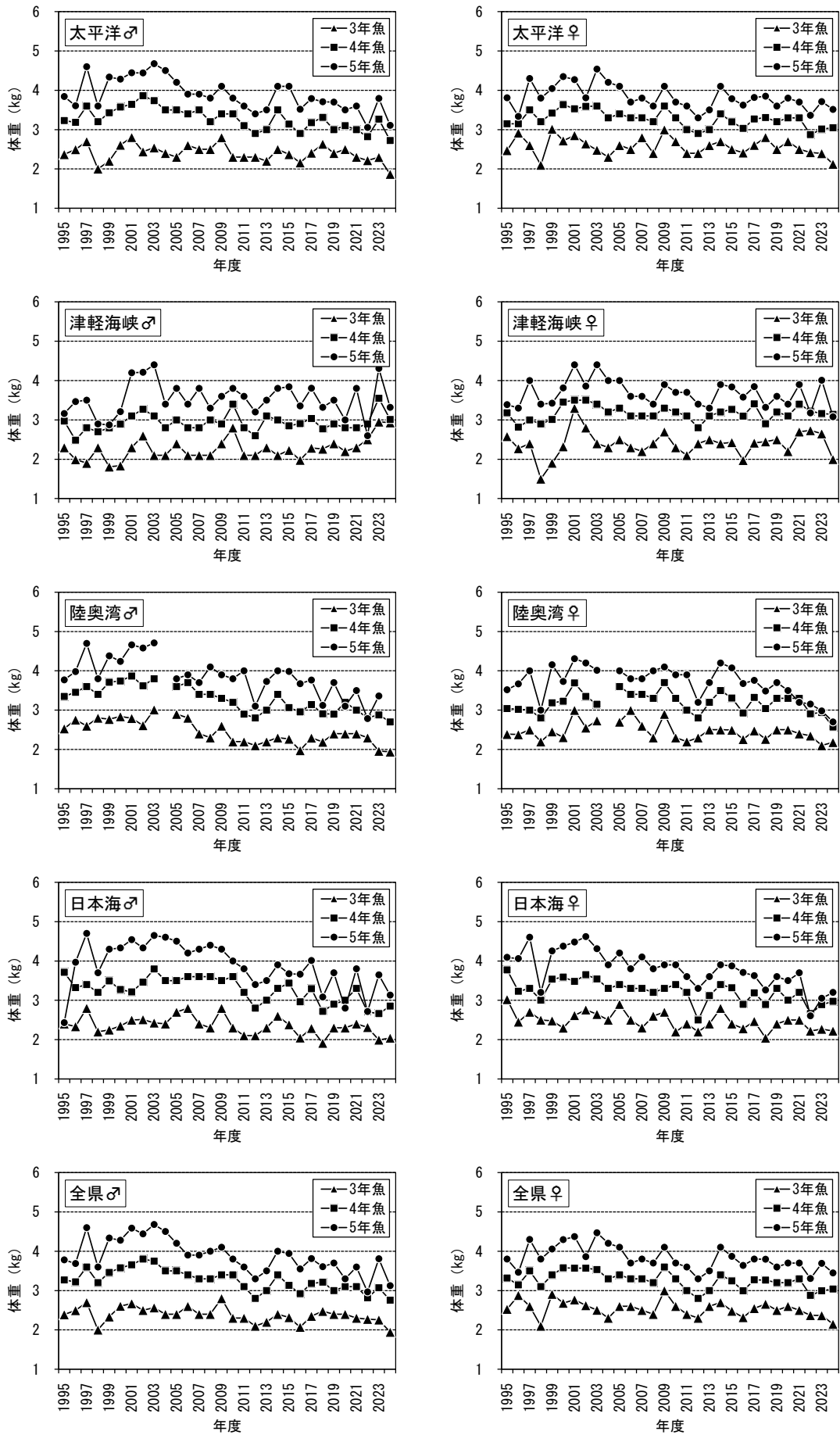


図5. 地域別捕獲親魚平均体重の推移 (左:雄、右:雌)

2. 増殖実態調査

地域別放流稚魚の測定結果を表5に、体重組成を図6、尾叉長組成を図7に示した。

平均体重は太平洋で1.1g（前年度1.8g）、津軽海峡で2.3g（同1.5g）、陸奥湾で4.3g（同1.7g）、日本海で1.1g（同1.1g）となっていた。また、1g以上の割合は、太平洋で35.0%（前年度83.8%）、津軽海峡で100.0%（同100.0%）、陸奥湾で100.0%（同99.8%）、日本海で50.0%（同55.1%）となっていた。太平洋では、平均体重、1g以上の割合ともに前年度を大きく下回っており、前年度は北海道から移入された前期卵を主体に稚魚の生産が行われたが、今年度は北海道からの移入がなく、自河川の後期卵を主体に生産が行われたことが要因と考えられた。また、津軽海峡及び陸奥湾では、平均体重が前年度を大きく上回っており、採卵数が極めて少なかったことで低密度での飼育が可能だったことが要因と考えられた。日本海では平均体重、1g以上の割合ともに前年度と同程度だった。

地域別の適期・適サイズ放流モデル（山日ら¹⁾作成。沿岸水温が5℃となる時期に体重1g以上で放流することを基本とし、沿岸水温が13℃に達する時期までに体重3gに成長することが可能な時期での放流）へ2024年度放流種苗がどの程度適合していたかを図8に示した。適期・適サイズで放流された割合は、太平洋で21.9%（前年度24.7%）、津軽海峡で100.0%（同60.0%）、陸奥湾で100.0%（同82.4%）、日本海で75.4%（同24.8%）となっていた。太平洋では適サイズ未満での放流割合が前年度より高く、北海道からの前期卵の移入がなく、自河川の後期卵主体の生産だったことが要因と考えられた。津軽海峡及び陸奥湾では適期・適サイズ放流割合が前年度を上回って100.0%となり、日本海でも前年度を大きく上回った。この要因として、採卵数が極端に少ないことによる低密度飼育によって、用水不足に伴う適期前の調整放流の必要がなかったことや、日本海の1ふ化場では水温の低い河川水を用いる必要がなくなり、水温の高い湧水のみでの飼育によって放流サイズの増加が図られたことが考えられた。

近年のサケ不漁の要因の仮説として、親潮とそれに連なる沿岸親潮の勢力の弱化による①サケ稚魚に適した水温帯が継続する期間の短縮・形成時期の変化、②黒潮系の暖水塊や津軽海峡を抜ける対馬暖流の影響が強くなり、サケ稚魚のオホーツク海への回遊を阻害、③親潮の弱化による栄養塩や動物プランクトンの沿岸域への供給量の減少や季節ごとの組成変化に伴う餌生物の減少のほか、水温上昇によりサバ等の捕食者と分布域が重なり、捕食圧が増加して生残率が悪化していることが挙げられている²⁾。このようなサケにとって厳しい環境変化にできるだけ対応するため、ふ化放流事業の実施にあたっては、基本的な飼育管理の徹底に加えて、遊泳力の強い大型稚魚生産や稚魚の飢餓耐性の強化、沿岸水温の適時把握による放流時期の調整、各ふ化施設の飼育水温等の特徴を活かしたふ化場間の連携強化等、幅広い対策に取り組んでいくことが望まれる。

文 献

- 1) 山日達道・山内壽一・榊 昌文（1996）ウ．放流状況調査．平成6年度さけ・ます資源管理・効率化推進事業実施結果，28-45.
- 2) 不漁問題に関する検討会（2021）不漁問題に関する検討会とりまとめ，12-18.

表 5. 地域別放流稚魚体重組成

海域	年度	放流尾数 (千尾)	体重組成 (%)		平均体重 (g)	平均尾又長 (mm)	放流時期 (月/日)	適期適サイズ 放流割合 (%)
			0.7g以上	1g以上				
太平洋	2010	69,099	80.6	52.5	1.1	48	1/27 ~ 5/18	4.4
	2011	61,687	70.6	31.1	0.9	46	1/20 ~ 5/24	1.2
	2012	69,955	71.1	37.8	1.0	47	1/24 ~ 5/17	12.4
	2013	61,219	76.3	42.5	1.0	46	1/17 ~ 5/13	6.4
	2014	62,907	77.8	44.8	1.1	46	1/20 ~ 5/15	9.6
	2015	65,919	66.3	40.8	1.0	46	1/12 ~ 5/10	7.2
	2016	62,661	38.2	13.1	0.7	45	12/30 ~ 5/11	4.3
	2017	61,794	26.7	13.2	0.7	45	12/28 ~ 5/8	4.9
	2018	66,796	20.9	6.4	0.6	44	12/26 ~ 5/10	5.2
	2019	36,794	20.3	5.8	0.7	45	1/5 ~ 5/1	0.9
	2020	32,952	42.6	9.0	0.8	47	12/28 ~ 4/30	26.9
	2021	15,385	38.8	27.1	0.8	47	1/9 ~ 5/6	26.2
	2022	25,812	59.9	42.4	1.2	51	1/30 ~ 4/28	15.4
	2023	11,076	94.8	83.8	1.8	59	2/5 ~ 4/18	24.7
2024	4,547	52.9	35.0	1.1	52	3/3 ~ 4/21	21.9	
津軽海峡	2010	4,623	98.7	66.2	1.2	50	3/31 ~ 4/30	69.9
	2011	3,817	97.1	61.4	1.2	51	3/17 ~ 5/16	16.4
	2012	3,250	90.3	59.1	1.0	48	3/26 ~ 4/30	0.0
	2013	2,515	100.0	74.2	1.2	48	3/21 ~ 5/2	10.2
	2014	3,820	64.2	33.9	1.0	46	3/16 ~ 4/27	20.0
	2015	4,592	96.0	59.0	1.2	50	3/16 ~ 4/26	44.4
	2016	3,582	26.2	16.3	0.7	46	3/15 ~ 4/28	16.5
	2017	2,905	1.4	0.0	0.4	43	3/15 ~ 4/23	0.0
	2018	3,981	16.0	0.7	0.6	45	3/14 ~ 4/23	18.3
	2019	1,819	38.7	21.2	0.7	48	3/16 ~ 4/24	32.6
	2020	2,813	43.2	13.0	0.7	49	3/15 ~ 4/28	23.6
	2021	788	99.7	45.5	1.1	51	3/4 ~ 4/26	28.6
	2022	1,430	97.7	44.6	1.0	51	2/28 ~ 4/19	23.6
	2023	250	100.0	100.0	1.5	58	3/6 ~ 4/3	60.0
2024	130	100.0	100.0	2.3	69	3/12 ~ 3/27	100.0	
陸奥湾	2010	26,854	91.1	66.0	1.2	51	2/8 ~ 4/19	41.9
	2011	20,775	66.2	36.8	0.9	46	1/27 ~ 5/2	16.9
	2012	23,016	78.0	37.8	1.0	47	1/29 ~ 4/26	13.4
	2013	20,120	92.9	57.8	1.1	49	2/11 ~ 4/26	18.3
	2014	17,448	91.4	67.0	1.2	51	1/29 ~ 4/22	46.9
	2015	20,885	91.9	75.7	1.7	54	2/15 ~ 4/28	42.3
	2016	20,472	64.2	38.6	1.0	51	2/5 ~ 4/24	20.7
	2017	16,023	61.9	29.1	0.9	48	1/31 ~ 4/17	13.8
	2018	19,829	76.9	46.5	1.2	52	2/14 ~ 4/25	41.6
	2019	5,276	93.0	67.9	1.7	57	3/7 ~ 4/17	31.4
	2020	5,935	91.7	60.4	1.5	55	2/16 ~ 4/21	20.1
	2021	1,693	98.1	88.6	3.0	70	2/23 ~ 4/19	34.7
	2022	4,334	96.8	75.8	1.3	53	2/22 ~ 4/20	50.8
	2023	1,462	99.8	99.7	1.7	58	3/12 ~ 3/29	82.4
2024	25	100.0	100.0	4.3	81	3/26 ~ 3/26	100.0	
日本海	2010	28,670	72.3	40.1	1.0	47	2/8 ~ 4/18	9.4
	2011	22,641	86.4	44.5	1.0	48	2/21 ~ 4/20	6.2
	2012	20,873	64.6	32.6	0.9	45	2/26 ~ 4/22	0.0
	2013	18,577	86.9	49.8	1.1	48	3/4 ~ 4/18	12.5
	2014	22,609	80.2	44.9	1.0	47	3/3 ~ 4/15	17.3
	2015	23,764	70.7	31.2	1.0	46	2/22 ~ 4/12	5.9
	2016	20,457	61.5	29.3	0.9	49	2/28 ~ 4/11	27.3
	2017	19,560	28.4	8.4	0.7	45	3/3 ~ 4/17	19.2
	2018	18,047	35.6	13.1	0.7	46	3/5 ~ 4/19	11.1
	2019	5,857	71.1	30.0	1.0	51	3/24 ~ 4/15	23.5
	2020	11,658	53.0	13.5	0.8	49	3/3 ~ 4/15	11.4
	2021	5,007	68.8	31.2	0.9	49	3/4 ~ 4/15	28.3
	2022	9,915	67.9	39.4	1.0	50	2/1 ~ 4/15	24.2
	2023	4,430	67.8	55.1	1.1	50	2/7 ~ 4/18	24.8
2024	1,421	91.6	50.0	1.1	52	3/14 ~ 4/25	75.4	

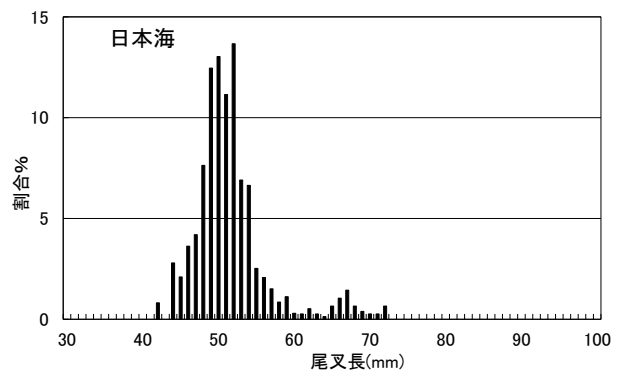
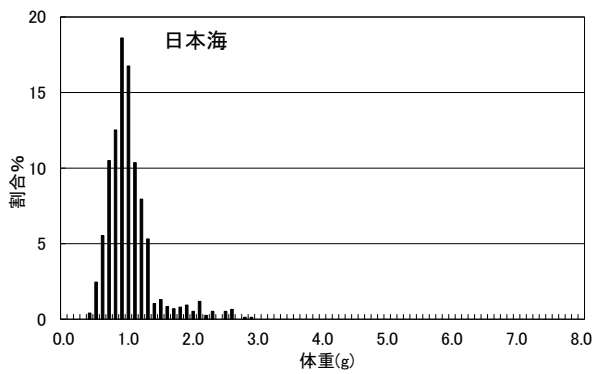
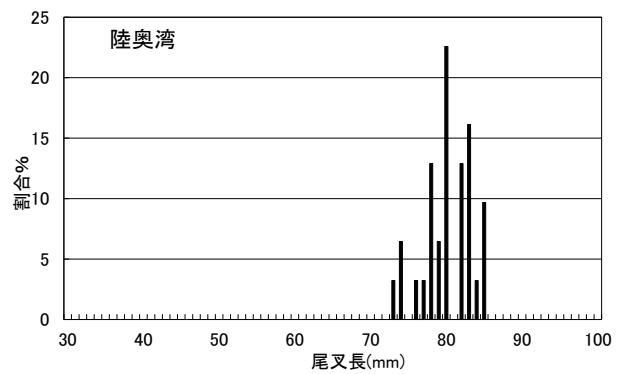
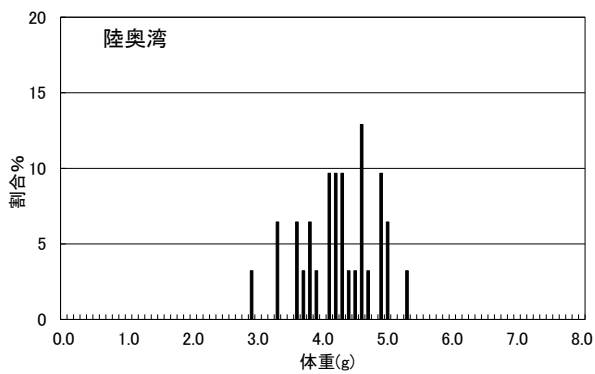
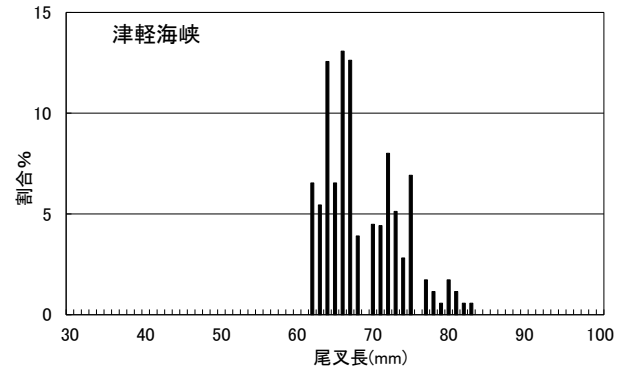
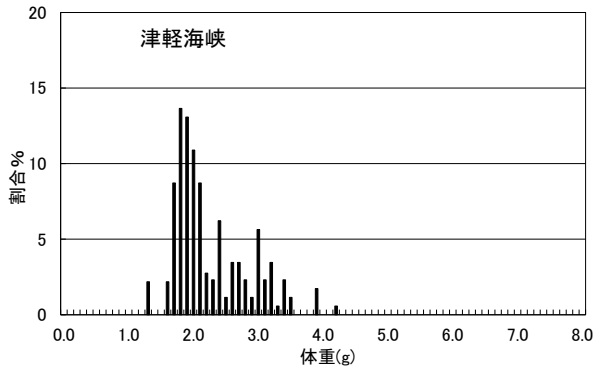
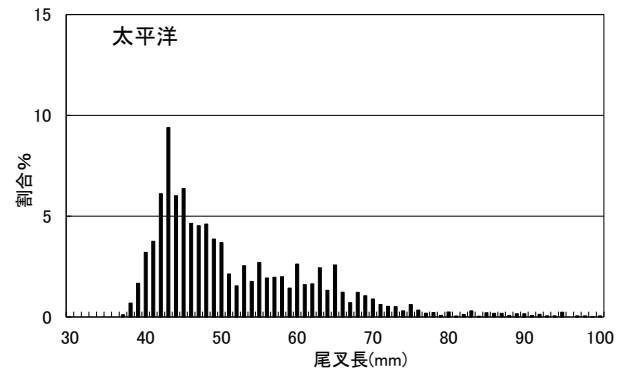
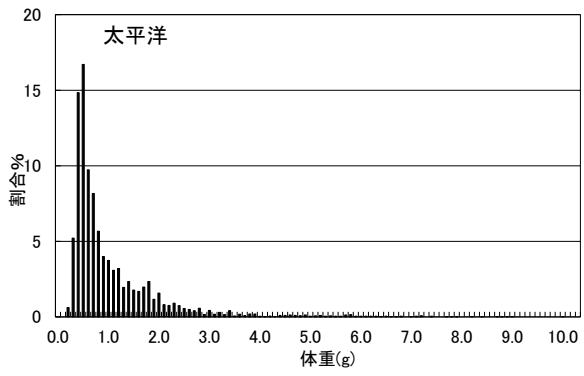


図 6. 地域別放流稚魚の体重組成

図 7. 地域別放流稚魚の尾叉長組成

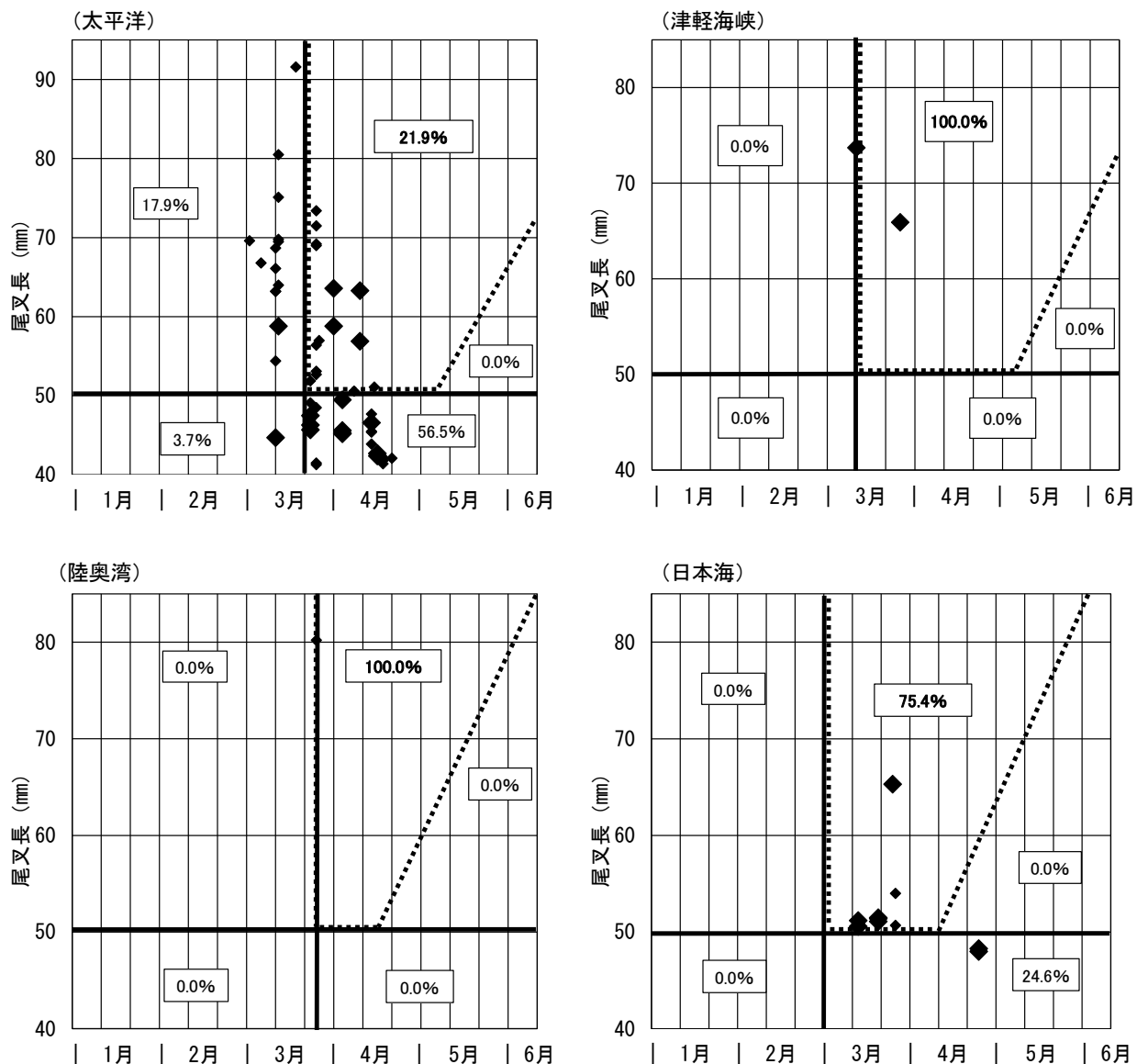


図8. 2024年度地域別稚魚放流状況

(◆小：10万尾未満、◆大：10万尾以上、破線で囲まれた部分は適期・適サイズ放流の範囲を表す)

さけ・ます資源増大対策調査事業（サクラマス）
（サクラマス 0⁺秋放流魚追跡調査）
静 一徳

目 的

0⁺秋放流の効果把握のため、サクラマス 0⁺秋放流魚の追跡調査を行い、成長、生残、降海状況を明らかにする。なお、本調査は水産庁の水産資源調査・評価推進委託事業で得られたデータを一部使用した。

材料と方法

2023年9月～11月に、脂鱭または脂鱭+右腹鱭を切除した 0⁺秋放流魚を老部川支流中ノ又沢、川内川本流および支流八木沢、追良瀬川本流および支流オサナメ沢に、各河川 45,000 尾～60,000 尾放流した（図1、表1）。

2023年11月～12月に1回、2024年4月～5月に1回、2024年6月に1回（老部川のみ）の調査を、老部川支流中ノ又沢3定点、川内川支流八木沢1定点、追良瀬川支流オサナメ沢1定点にて実施した。採捕には電気ショッカーを使用し、採捕魚は標識の確認、尾叉長、体重の測定、相分化（パー：P、銀毛パー：SP、前期スモルト：PS、中期スモルト：MS、後期スモルト：LS）の判定を行った後、再放流した。老部川ではProgram CAPTUREのMbhモデル（Pollock and Otto, 1983）¹⁾を用いて2回除去法により個体数推定した。個体数推定に使用する採捕数として、3定点の500m²当たりの1回目平均採捕尾数、2回目平均採捕尾数を用いた。

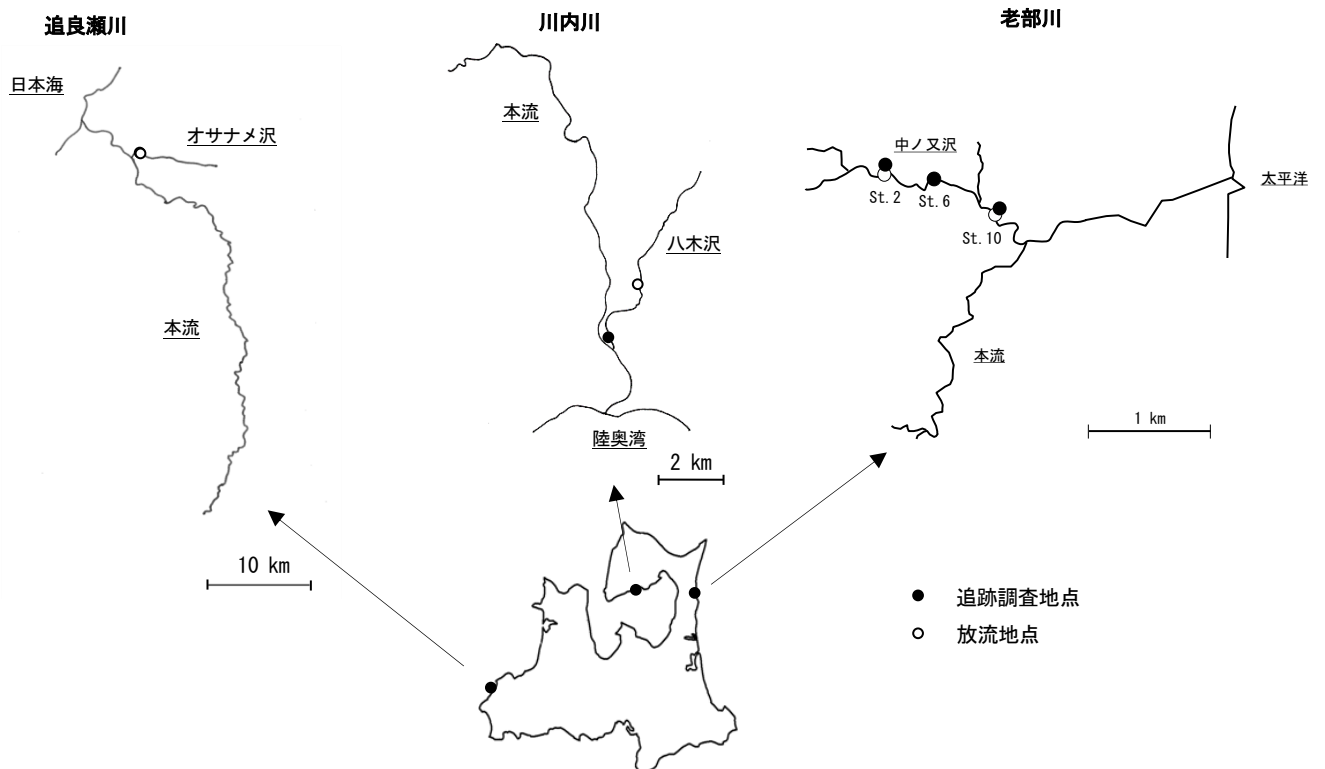


図1. サクラマス 0⁺秋放流魚の放流地点及び追跡調査地点

結果と考察

老部川支流中ノ又沢で放流された 0⁺秋放流魚の 11 月の平均尾叉長は 9.2 cm～9.8 cm であった（表 2）。平均尾叉長は 4 月に 10.2 cm～10.9 cm、6 月に 10.3 cm～12.4 cm となり経時的に上昇した。4 月の生息密度は約 0.4 尾/m² と過去最大であり、6 月の生息密度との差も過去最大であったことから、降海尾数も最も多かったと推定された（図 2）。

川内川支流八木沢で放流された 0⁺秋放流魚の 11 月の平均尾叉長は 11.4 cm、5 月の 1 尾の尾叉長は 11.9 cm であった（表

3). 4月採捕魚の相分化状況は銀毛パーであった。

追良瀬川支流オサナメ沢で放流された0⁺秋放流魚の12月の1尾の尾叉長は12.8 cm、5月の平均尾叉長は11.9 cmであった(表4)。5月採捕魚の相分化状況はパーから前期スモルトであった。

表 1. サクラマス標識放流結果 (2022 年級)

ふ化場名	履歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数 (尾)	放流魚体		標識部位	魚体測定機関
							平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)		
老部川内水面漁協	遡上系	2022	老部川	中ノ又沢 (中ノ又沢橋)	2023/9/25	30,000	9.6	10.5	脂鰭	老部川内水面漁協
	遡上系	2022	老部川	中ノ又沢 (北ノ又沢合流点)	2023/9/25	30,000	9.6	10.5	脂鰭	老部川内水面漁協
川内町内水面漁協	池産系	2022	川内川	八木沢	2023/10/20	20,000	11.1	14.3	脂鰭+右腹鰭	川内町内水面漁協
	池産系	2022	川内川	本流	2023/10/27	25,000	11.4	13.9	脂鰭+右腹鰭	川内町内水面漁協
追良瀬内水面漁協	海産系	2022	追良瀬川	本流 (漁協近く)	2023/11/24	8,800	10.2	10.8	脂鰭	追良瀬内水面漁協
	海産系	2022	追良瀬川	オサナメ沢	2023/11/24	12,000	9.8	10.5	脂鰭	追良瀬内水面漁協
	海産系	2022	追良瀬川	本流 (漁協近く)	2023/11/24	21,300	9.8	10.5	脂鰭	追良瀬内水面漁協
	海産系	2022	追良瀬川	本流 (漁協近く)	2023/11/24	7,400	10.6	11.0	脂鰭	追良瀬内水面漁協
	遡上系	2022	追良瀬川	本流 (漁協近く)	2023/11/24	8,000	10.3	11.2	脂鰭	追良瀬内水面漁協
	池産系	2022	追良瀬川	本流 (漁協近く)	2023/11/24	500	10.0	11.2	脂鰭	追良瀬内水面漁協

表 2-1. 0⁺秋放流魚追跡調査結果 (老部川、中ノ又沢 St. 2)

調査日	2023年11月24日	2024年4月8日	2024年6月6日
水温 (°C)	9.4	11.2	12.2
測定尾数	149	155	34
相分化 (P/SP/PS/MS/LS)	149/0/0/0/0	64/58/29/4/0	30/3/1/0/0
平均尾叉長±SD (cm)	9.2±0.8	10.3±1.0	12.4±1.2
平均体重±SD (g)	7.8±2.3	12.8±4.5	23.9±8.5
平均肥満度±SD	9.7±0.7	11.2±1.5	12.2±1.0

表 2-2. 0⁺秋放流魚追跡調査結果 (老部川、中ノ又沢 St. 6)

調査日	2023年11月24日	2024年4月9日	2024年6月5日
水温 (°C)	9.7	8.3	12.3
測定尾数	78	59	9
相分化 (P/SP/PS/MS/LS)	78/0/0/0/0	25/21/12/1/0	9/0/0/0/0
平均尾叉長±SD (cm)	9.5±0.8	10.2±0.9	10.3±2.4
平均体重±SD (g)	8.6±2.7	12.0±3.8	15.5±8.1
平均肥満度±SD	9.7±0.8	11.0±1.5	12.1±1.1

表 2-3. 0⁺秋放流魚追跡調査結果 (老部川、中ノ又沢 St. 10)

調査日	2023年11月24日	2024年4月8日	2024年6月5日
水温 (°C)	9.5	11.4	12.1
測定尾数	311	220	40
相分化 (P/SP/PS/MS/LS)	311/0/0/0/0	51/120/47/2/0	39/1/0/0/0
平均尾叉長±SD (cm)	9.8±1.0	10.9±1.1	12.3±1.3
平均体重±SD (g)	9.9±3.2	14.8±5.5	24.2±8.8
平均肥満度±SD	9.9±0.7	10.9±1.4	12.4±1.2

表 3. 0⁺秋放流魚追跡調査結果 (川内川、八木沢)

調査日	2023年12月1日	2024年5月17日
水温 (°C)	2.5	12.7
測定尾数	8	1
相分化 (P/SP/PS/MS/LS)	5/3/0/0/0	0/1/0/0/0
平均尾叉長±SD (cm)	11.4±0.9	11.9
平均体重±SD (g)	13.6±3.7	20.2
平均肥満度±SD	9.1±0.7	12.0

表 4. 0⁺秋放流魚追跡調査結果 (追良瀬川、オサナメ沢)

調査日	2023年12月6日	2024年5月21日
水温 (°C)	8.0	10.9
測定尾数	1	21
相分化 (P/SP/PS/MS/LS)	1/0/0/0/0	10/8/3/0/0
平均尾叉長±SD (cm)	12.8	11.9±1.4
平均体重±SD (g)	20.2	25.1±9.6
平均肥満度±SD	9.6	14.3±1.4

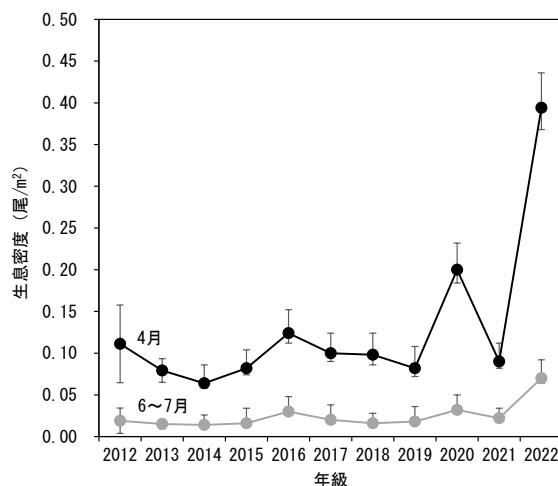


図 2. 0⁺秋放流魚生息密度の推移 (老部川)

エラーバー : 95%信頼区間

謝 辞

現場での作業やデータ提供にご協力いただいた老部川内水面漁業協同組合、川内町内水面漁業協同組合、追良瀬内水面漁業協同組合に御礼申し上げます。

文 献

1) Pollock, K.H., and Otto, M.C. (1983) Robust estimation of population size in closed animal populations from capture-recapture experiments. *Biometrics*, 39(4), 1035-1049.

さけ・ます資源増大対策調査事業（サクラマス）
（サクラマス幼魚回遊生態調査）
静 一徳

目 的

サクラマス幼魚の定置網での混獲実態、北上期の回遊生態を把握する。

材料と方法

2024年4月～6月に尻労にて、大型定置網で混獲されたサクラマス幼魚を漁業者の協力で日付別に採集した（図1）。採集した幼魚は-20℃で冷凍保存した。冷凍サンプルは内水面研究所へ搬送し日付別の尾数を確認した。また胃内容を分析し、サクラマス幼魚の胃内容物タイプを魚類、魚類+甲殻類、甲殻類、軟体動物の4タイプに分けた（空胃を除く）。日別の操業の有無確認のため、操業記録の提供を受けた。尻労漁港外海側に設置した水温ロガーにより1時間間隔で表層水温を計測した。



図1. サクラマス幼魚調査地点

結果と考察

4月1日～6月11日に採捕されたサクラマス幼魚は合計137尾であった（図2）。採捕日の日平均水温は8.2℃～12.3℃であった。日平均水温が13℃を超えた6月中旬以降はほとんど採捕が無かった。過去の調査でも表層水温13℃前後を境にサクラマス幼魚の入網が無くなることが確認されており¹⁾、サクラマス幼魚の北上回遊と表層水温との間に密接な関係があることが示唆された。

サクラマスの胃内容物タイプは4月に甲殻類の割合が高く、5月に魚類の割合が高まる傾向がみられた（図3）。

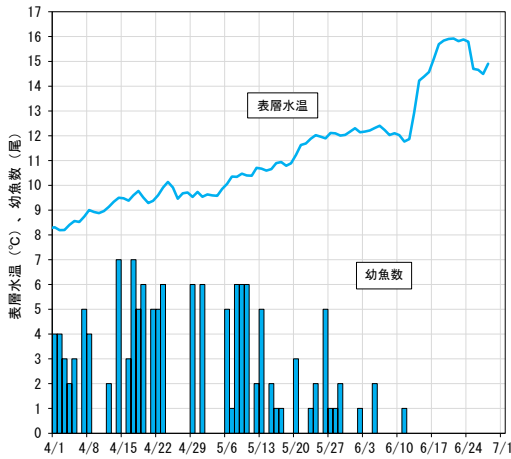


図2. 表層水温とサクラマス幼魚採捕数（尻労）

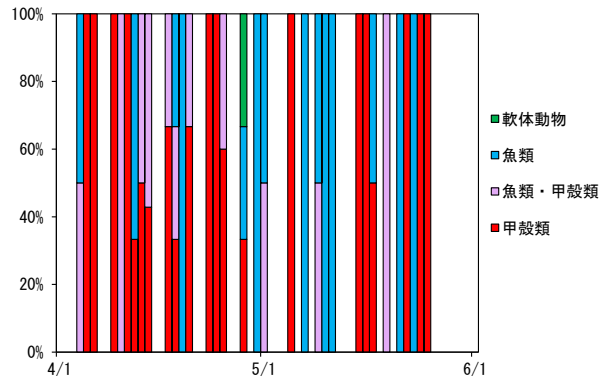


図3. サクラマス幼魚の胃内容物タイプ
（2024年尻労）

謝 辞

調査にご協力いただいた尻労漁業協同組合の吉田漁業部、川端博昭氏に御礼申し上げます。

文 献

1) 静一徳（2021）サクラマス幼魚回遊生態調査．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，35.

さけ・ます資源増大対策調査事業（サクラマス）
（サクラマス増殖実態調査）
静 一 徳

目 的

サクラマス増殖技術向上のため、サクラマス親魚の採捕状況とサクラマス幼魚の放流状況を把握する。

材料と方法

老部川内水面漁業協同組合、川内町内水面漁業協同組合、追良瀬内水面漁業協同組合からデータ提供を受け、河川でのサクラマス採捕状況、採卵状況、採卵親魚の魚体測定結果、及び幼魚の放流状況を取りまとめた。

結果と考察

1. 老部川

2024年は9月8日、9月15日に雄19尾、雌48尾の計67尾のサクラマス親魚が採捕された（表1、図1）。10月3日～10月15日の間、雌39尾から129千粒を採卵した。採捕時に確認された標識は脂鱭カット、脂鱭+左腹鱭カットであった（表2）。採捕親魚67尾の内、標識魚は35尾であった。

2023年9月25日に老部川支流の中ノ又沢へ、脂鱭カットした2022年級幼魚を60,000尾放流した（0⁺秋放流、表3）。2024年4月19日にふ化場の人工河川から老部川本流へ、脂鱭+右腹鱭カットした2022年級1⁺スモルト幼魚を合計66,810尾放流した（1⁺スモルト放流）。

表1. 老部川のサクラマス親魚採捕と

採卵状況（2024年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数 (千粒)
9月8日	34	16	0	50			
9月15日	14	3	0	17			
10月3日					10	3	37.0
10月9日					16	3	48.0
10月15日					13	3	44.0
計	48	19	0	67	39	9	129.0

表2. 老部川における採捕親魚標識部位別尾数と平均魚体サイズ（2024年）

標識部位	尾数				平均尾又長 (cm) ±標準偏差		平均体重 (kg) ±標準偏差		由来
	♀	♂	不明	計	♀	♂	♀	♂	
無	25	7	0	32	58.0±4.6	54.3±2.3	2.2±0.6	1.6±0.5	野生魚 + 無標識放流魚
脂鱭カット	6	1	0	7	60.0±4.5	60.0	2.6±0.7	2.1	0 ⁺ 秋放流魚
脂鱭+左腹鱭カット	17	11	0	28	60.1±3.8	66.4±7.2	2.5±0.4	3.2±1.0	1 ⁺ スモルト放流魚
計	48	19	0	67	59.1±4.3	61.7±7.8	2.4±0.5	2.6±1.1	

表3. 老部川における2022年級サクラマス放流結果

履 歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数 (尾)	放流魚体		標識部位	魚体測定機関
						平均尾又長 (cm)	平均体重 (g)		
遡上系	2022	老部川	中ノ又沢（中ノ又沢橋）	2023/9/25	30,000	9.6	10.5	脂鱭	老部川内水面漁協
遡上系	2022	老部川	中ノ又沢（北ノ又沢合流点）	2023/9/25	30,000	9.6	10.5	脂鱭	老部川内水面漁協
遡上系	2022	老部川	本流（人工河川）	2024/4/19	61,810	14.0	30.0	脂鱭+右腹鱭	老部川内水面漁協
遡上系	2022	老部川	本流（人工河川）	2024/4/19	5,000	14.0	30.0	脂鱭+右腹鱭	老部川内水面漁協

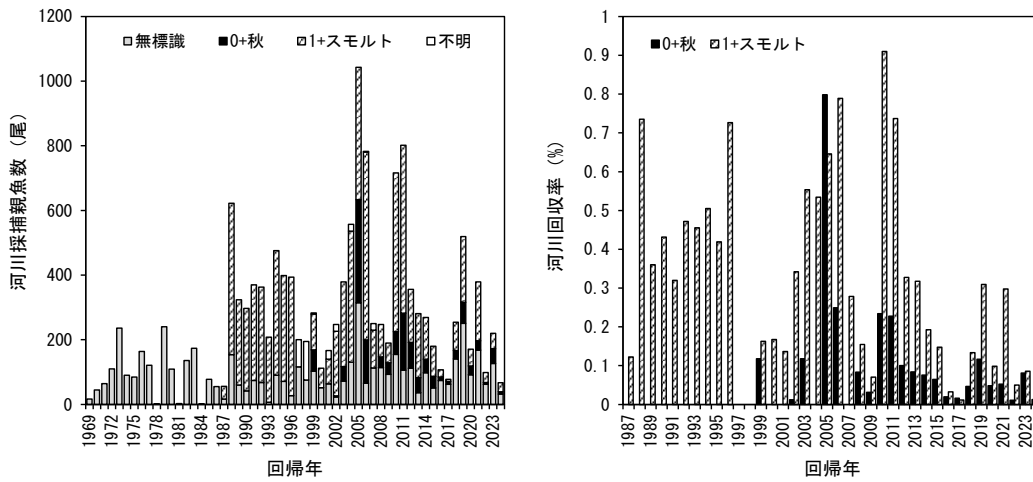


図 1. 老部川におけるサクラマス親魚の採捕数と回収率の推移（由来別）

2. 川内川

これまでの標識放流結果から、川内川における 1+スモルト放流の河川回収率は 0+秋放流と同等か下回ることから（図 2）、費用対効果を考慮した結果、2023 年をもって川内川における 1+スモルト放流は終了し、0+秋放流に集約することとなった。また 2024 年の 0+秋放流をもって、川内町内水面漁業協同組合のサクラマスふ化放流事業が終了することとなり、2024 年の親魚採捕は実施されず採卵も無かった。

2023 年 10 月 20 日、10 月 27 日に川内川の本流と支流の八木沢へ、脂鱭カットした 2022 年級幼魚を合計 45,000 尾放流した（0+秋放流、表 4）。

表 4. 川内川における 2022 年級サクラマス放流結果

履歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数 (尾)	放流魚体		標識部位	魚体測定機関
						平均尾又長 (cm)	平均体重 (g)		
池産系	2022	川内川	八木沢	2023/10/20	20,000	11.1	14.3	脂鱭+右腹鱭	川内町内水面漁協
池産系	2022	川内川	本流	2023/10/27	25,000	11.4	13.9	脂鱭+右腹鱭	川内町内水面漁協

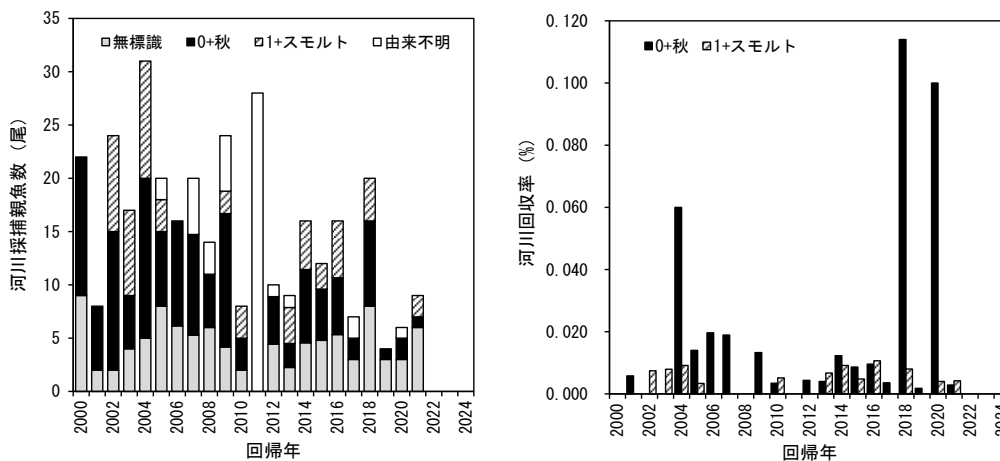


図 2. 川内川におけるサクラマス親魚の採捕数と回収率の推移（由来別）

3. 追良瀬川

2024 年は 4 月 30 日～6 月 29 日に雌雄不明 43 尾のサクラマス親魚が採捕された（表 5、図 3）。10 月 16 日～11 月 5 日の間、雌 23 尾から 76 千粒を採卵した。採卵時に確認された標識は脂鱭カットのみであった（表 6）。24 尾調べた内、標識魚は 4 尾であった。

これまでの標識放流結果から、追良瀬川における 1+スモルト放流の回帰率は 0+秋放流と同等か下回るこ

とから（図 3）、費用対効果を考慮した結果、2023 年をもって追良瀬川における 1⁺スモルト放流は終了し、0⁺秋放流に集約することとなった。

2023 年 11 月 24 日に追良瀬川本流と支流オサナメ沢へ、脂鱭カットした 2022 年級幼魚を合計 58,000 尾放流した（0⁺秋放流、表 7）。

表 5. 追良瀬川のサクラマス親魚採捕と

採卵状況（2024 年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数 （千粒）
4月30日	0	0	3	3			
5月1日	0	0	1	1			
5月3日	0	0	3	3			
5月5日	0	0	3	3			
5月10日	0	0	1	1			
5月11日	0	0	2	2			
5月12日	0	0	1	1			
5月14日	0	0	2	2			
5月15日	0	0	3	3			
5月20日	0	0	3	3			
5月21日	0	0	1	1			
5月24日	0	0	3	3			
5月26日	0	0	3	3			
5月28日	0	0	1	1			
6月3日	0	0	3	3			
6月4日	0	0	1	1			
6月6日	0	0	1	1			
6月7日	0	0	1	1			
6月8日	0	0	2	2			
6月29日	0	0	5	5			
10月16日					9	5	29.0
10月23日					5	5	19.0
10月31日					5	5	15.0
11月5日					4	6	13.0
計	0	0	43	43	23	21	76.0

表 6. 追良瀬川における採捕親魚標識部位別尾数と平均魚体サイズ（2024 年）

標識部位	尾数				平均尾又長（cm）±標準偏差		平均体重（kg）±標準偏差		由来
	♀	♂	不明	計	♀	♂	♀	♂	
無	13	7	0	20	53.6±3.4	50.4±6.1	1.9±0.4	1.5±0.6	野生魚 + 無標識放流魚
脂鱭カット	3	1	0	4	62.3±5.9	49.0	3.1±1.1	1.1	0 ⁺ 秋放流魚
計	16	8	0	24	55.3±5.1	50.3±5.7	2.1±0.8	1.4±0.5	

表 7. 追良瀬川における 2022 年級サクラマス放流結果

履歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数 （尾）	放流魚体		標識部位	魚体測定機関
						平均尾又長 （cm）	平均体重 （g）		
海産系	2022	追良瀬川	本流（漁協近く）	2023/11/24	8,800	10.2	10.8	脂鱭	追良瀬内水面漁協
海産系	2022	追良瀬川	オサナメ沢	2023/11/24	12,000	9.8	10.5	脂鱭	追良瀬内水面漁協
海産系	2022	追良瀬川	本流（漁協近く）	2023/11/24	21,300	9.8	10.5	脂鱭	追良瀬内水面漁協
海産系	2022	追良瀬川	本流（漁協近く）	2023/11/24	7,400	10.6	11.0	脂鱭	追良瀬内水面漁協
遡上系	2022	追良瀬川	本流（漁協近く）	2023/11/24	8,000	10.3	11.2	脂鱭	追良瀬内水面漁協
池産系	2022	追良瀬川	本流（漁協近く）	2023/11/24	500	10.0	11.2	脂鱭	追良瀬内水面漁協

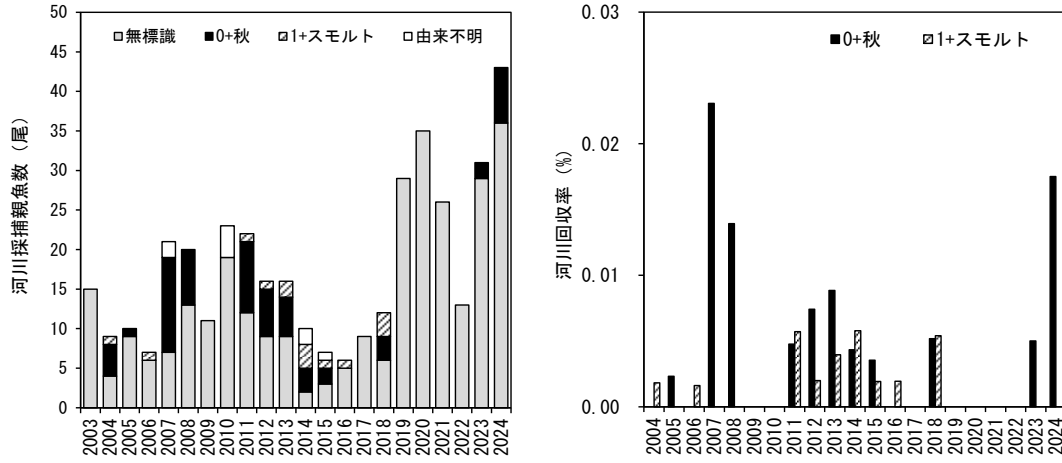


図 3. 追良瀬川におけるサクラマス親魚の採捕数と回収率の推移（由来別）

謝 辞

現場での作業やデータ提供にご協力いただいた老部川内水面漁業協同組合、追良瀬内水面漁業協同組合、川内町内水面漁業協同組合に御礼申し上げます。

サクラマス資源評価調査

静 一徳

目 的

サクラマス資源評価のため、サクラマスの海面での漁獲状況と河川での再生産状況を把握する。なお、本調査は、水産庁の水産資源調査・評価推進委託事業の一環として実施した。

材料と方法

1. 漁獲量調査

1981年～2024年の青森県における海面でのサクラマス漁獲量を海域別（太平洋南部、太平洋北部、津軽海峡東部、津軽海峡西部、陸奥湾、日本海）に取りまとめた。

2. 野生魚調査（2023年級）

(1) 期間：2024年4月、6月

(2) 場所：老部川本流1地点・支流中ノ又沢3地点（図1）

(3) 内容：電気ショッカーを用いた2回除去法により生息数を推定し、調査面積で除して生息密度を算出した。採捕は2名で実施した。生息数の推定にはProgram CAPTUREのMbhモデル(Pollock and Otto, 1983)¹⁾を使用した。ただし、2024/4/9のSt.6では2回目の採捕が機器トラブルで実施できなかったため、2018年～2023年のSt.6における線形回帰モデル：推定生息数(2回除去法)=1回目採捕数×1.48+4.29 ($R^2=0.817$)により生息数を推定した。

3. 産卵床調査

(1) 期間：2024年9月～10月

(2) 場所：老部川本流4.4km（図1）

(3) 内容：調査員2名で上流から下流へ踏査し、サクラマス親魚、サクラマス産卵床の位置と数を記録した。

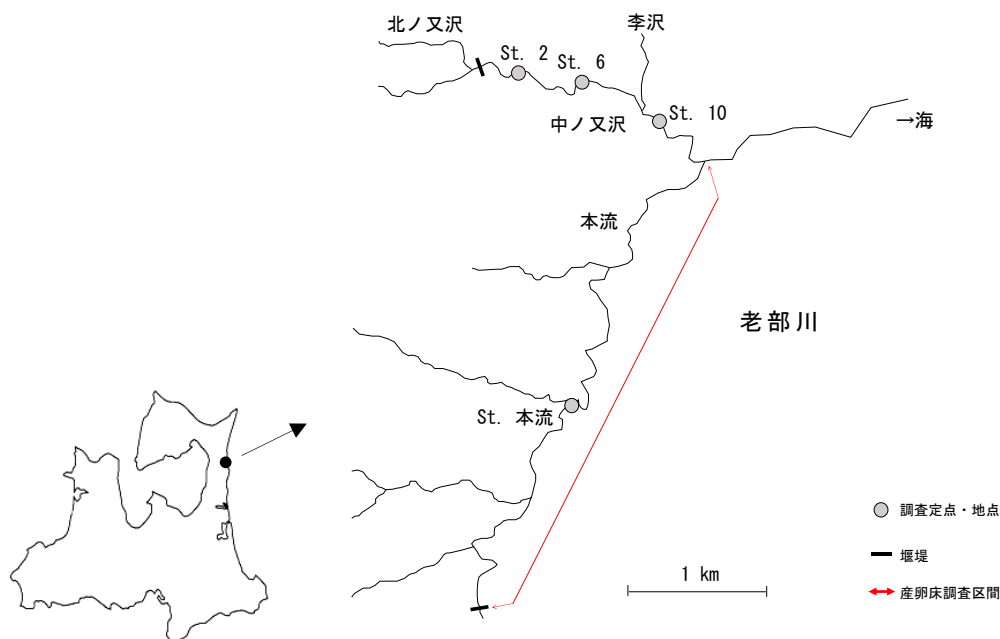


図 1. 調査区域図

結果と考察

1. 漁獲量調査（図 2）

青森県におけるサクラマス漁獲量は、2024 年は 165 トン（過去 5 年比 76%）であった。

海域毎では太平洋が 38 トン（過去 5 年比 40%）、津軽海峡が 102 トン（過去 5 年比 98%）、日本海が 24 トン（過去 5 年比 129%）で、過去 5 年比では太平洋で少なく日本海で多い結果となった。

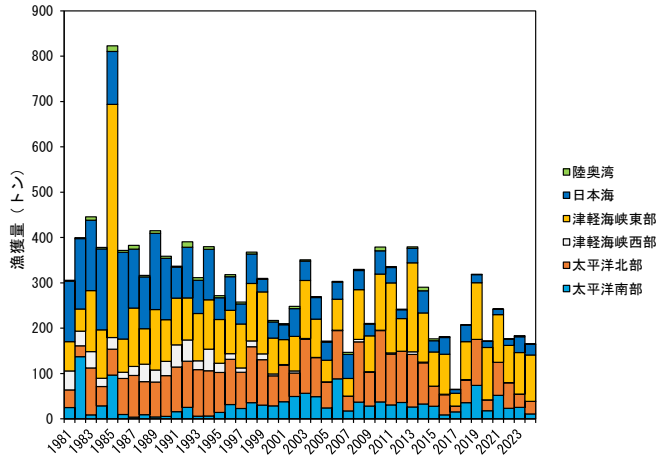


図 2. 海域別サクラマス漁獲量（青森県）

2. 野生魚調査（2023 年級）（表 1）

老部川では調査期間中の各定点の生息密度は 0.035 尾/m²~0.377 尾/m²の範囲であった（表 1）。調査定点間の比較では一定の傾向は認められなかった。

表 1. サクラマス野生魚調査結果（老部川）

年月日	調査定点	調査面積 (m ²)	個体数 (尾)					生息密度 (尾/m ²)					
			1回目採捕数	2回目採捕数	合計採捕数	生息数推定値	標準誤差	95%信頼区間		推定値	標準誤差	95%信頼区間	
								下限	上限			下限	上限
2024/4/8	2	370.0	13	0	13	13	0	13	13	0.035	0.000	0.035	0.035
2024/4/9	6	386.4	45	-	45	71	10	47	94	0.184	0.027	0.122	0.243
2024/4/8	10	597.6	33	9	42	51	4	46	63	0.085	0.007	0.077	0.105
2024/4/9	本流	247.7	41	13	54	67	5	61	81	0.270	0.021	0.246	0.327
2024/6/6	2	370.0	51	17	68	85	6	77	100	0.230	0.016	0.208	0.270
2024/6/5	6	386.4	49	20	69	89	6	80	105	0.230	0.016	0.207	0.272
2024/6/5	10	597.6	165	30	195	225	8	214	244	0.377	0.013	0.358	0.408
2024/6/6	本流	473.5	74	16	90	106	6	99	121	0.224	0.012	0.209	0.256

※1回目採捕数による推定生息数（2回除去法）の線形回帰モデルによる推定値

3. 産卵床調査（表 2、図 3）

2024 年は 10 月 3 日に最多の 21 床（産卵床密度 0.483 床/100m）であった。産卵床密度は例年 10 月上旬に最大となる傾向にあり、例年と同様の産卵盛期であったと考えられる。

表 2. サクラマス産卵床調査結果（老部川本流）

		2024/9/20	2024/10/3	2024/10/21
産卵床数（残留型のものも含む）		0	21	2
調査区間 (km)		4.35	4.35	4.35
産卵床密度 (産卵床数/100m)		0.000	0.483	0.046
サクラマス親魚数 (尾)	生体	7	12	1
	死体	0	1	5

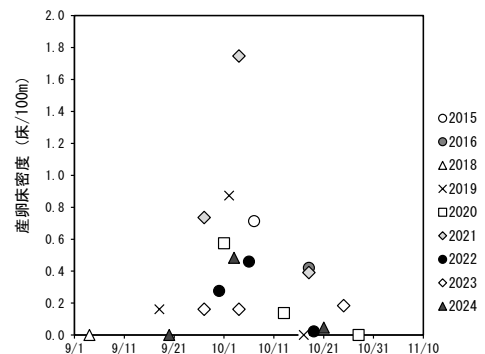


図 3. 時期別産卵床密度（老部川本流）

謝 辞

漁獲量データの集計にご協力いただいた水産総合研究所、調査にご協力いただいた老部川内水面漁業協同組合に御礼申し上げます。

文 献

1) Pollock, K.H., and Otto, M.C. (1983) Robust estimation of population size in closed animal populations from capture-recapture experiments. *Biometrics*, 39(4), 1035-1049.

ニホンウナギの資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業（要約）

遠藤 赳寛

目 的

小川原湖のニホンウナギの漁獲量、漁獲金額、放流量及び放流金額を調査し、湖内の資源実態把握に資する基礎情報の充実を図る。また、小川原湖内に放流されたニホンウナギの成長量、生残率等のデータを蓄積する。

材料と方法

1. 漁獲・種苗放流実態の把握

小川原湖漁業協同組合においてニホンウナギ漁期（6～9月）に荷受伝票調査を実施し、日別、魚体重別、漁法別、漁業者別の荷受重量及び尾数を記録した。また、漁協への聞き取りにより漁獲金額を把握した。

漁業者4名に操業日誌の記録を依頼し、操業実態を把握した。

小川原湖漁業協同組合が6月に実施した義務放流の際に放流重量及び放流金額を聞き取った。また、放流前の種苗の全長及び体重を測定し、放流尾数を推定した。

2. 漁獲されたニホンウナギの生物情報の取得

小川原湖で漁獲されたニホンウナギを魚体重別（～300g、～400g、～500g、～600g、～700g及び700g以上）に購入し、精密測定及び組織採取に供した。

採取した組織は各分析を担当する共同研究機関に送付した。また、耳石の切片標本を作製し、漁獲物の年齢査定及び天然/放流の由来判別¹⁾に供した。

漁獲物の購入または採捕により銀ウナギを収集した。

結果と考察

1. 漁獲・種苗放流実態の把握

2024年の小川原湖のニホンウナギ総漁獲量は1,899kg（5,945尾）、漁獲金額は1,271万円だった。サイズ別では漁獲サイズの下限である200g台の個体の漁獲尾数が最も多く、全体の53%を占めた（図1）。

漁獲物の単価はサイズが大きくなるほど上昇することが示唆されたが、200g台を中心とした小型個体の絶対数が多いことから、漁獲金額においてもこれらのサイズの売り上げが中心と考えられた。

小川原湖のニホンウナギ漁業者4名の操業日誌を取りまとめた。

2024年の小川原湖のニホンウナギ放流量は80kg（約3,200尾）、種苗単価は8,500円/kg、放流金額は68万円だった。

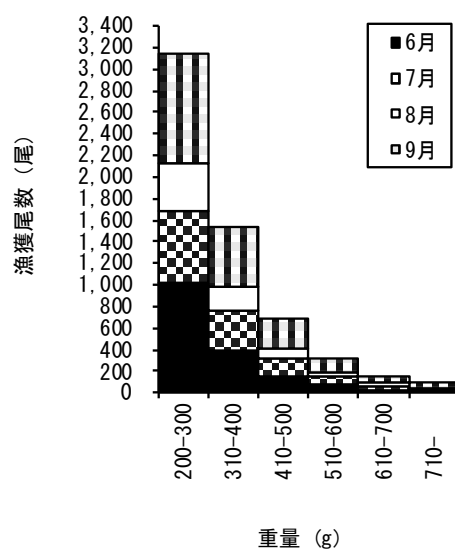


図1. 小川原湖における魚体重別ニホンウナギ漁獲尾数（2024年）

2. 漁獲されたニホンウナギの生物情報の取得

小川原湖・高瀬川における市場購入及びサンプリングによりニホンウナギ 100 個体を収集し、年齢査定、由来判別のための組織採取及び精密測定に供した。このうち 10 個体については銀ウナギ（銀化ステージ S1 及び S2²⁾）で、いずれも小川原湖のニホンウナギ漁期終了後の 10 月以降に採捕された（図 2）。小川原湖水域における銀ウナギの出現は本事業による調査を開始した令和 2 年以降 5 年連続で³⁻⁶⁾、毎年一定数の個体が小川原湖から産卵回遊していることが示唆された。また、漁期中の 6～9 月には銀ウナギの採捕がないことから、青森県における産卵回遊個体の保護を目的とした禁漁期設定が奏功していることが示唆された。

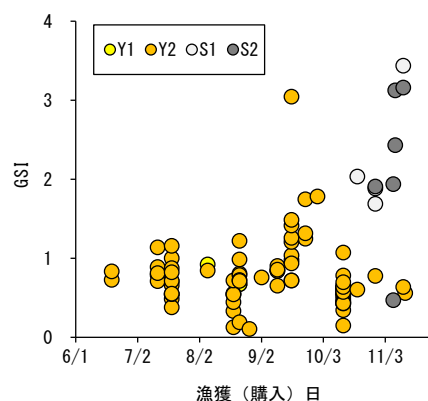


図 2. 小川原湖・高瀬川におけるニホンウナギの漁獲時期と GSI (2024 年)

文 献

- 1) Kaifu, K., Itakura, H., Amano, Y., Shirai, K., Yokouchi, K., Wakiya, R., Murakami-Sugihara, N., Washitani, I. and Yada, T. (2018) Discrimination of wild and cultured Japanese eels based on otolith stable isotope ratios. ICES Journal of Marine Science, 75 (2), 719-726.
- 2) Okamura, A., Yamada, Y., Yokouchi, K., Horie, N., Mikawa, N., Utoh, T., Tanaka, S. and Tsukamoto, K. (2007) A silver index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. Environmental Biology of Fishes, 80, 77-89.
- 3) 榎昌文・遠藤尠寛 (2021) 産卵回遊に向かうニホンウナギの実態把握. 水産庁委託 令和 2 年度ウナギ等資源回復推進事業のうち「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」報告書, 9-10.
- 4) 遠藤尠寛 (2022) 産卵回遊に向かうニホンウナギの実態把握. 水産庁委託 令和 3 年度ウナギ等資源回復推進事業のうち「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」成果報告書, 10-12.
- 5) 遠藤尠寛 (2023) 産卵回遊に向かうニホンウナギの実態把握. 水産庁委託 令和 4 年度ウナギ等資源回復推進事業のうち「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」成果報告書, 13-18.
- 6) 遠藤尠寛・棟方有宗 (2024) 産卵回遊に向かうニホンウナギの実態把握. 水産庁委託 令和 5 年度ウナギ等資源回復推進事業のうち「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業」成果報告書, 19-29.

カワウによる内水面資源の捕食実態の把握

静 一 徳

目 的

青森県におけるカワウによる内水面資源の捕食実態の把握のため、カワウの捕食魚組成を明らかにする。

材料と方法

1. 胃内容物調査

(1) 調査月日・場所（図 1）

2024 年 5 月：新井田川（1 羽）

2024 年 7 月～9 月：奥入瀬川（69 羽）

2024 年 6 月～8 月：赤石川（13 羽）

2024 年 6 月～9 月：中村川（4 羽）

(3) 調査方法

有害鳥獣駆除により捕獲されたカワウ 87 羽の胃内容物を分析した。

(4) サンプル処理

回収したカワウは -20°C ～ -30°C の冷凍保管後に解剖した。カワウは年齢（幼鳥～若鳥、成鳥）を査定し、全長、体重を測定した後、開腹し、生殖腺からの雌雄判別と胃内容物の摘出を行った。

(5) 胃内容物分析

消化が進み全長、体長、体重測定が出来なかった魚体は、残存物の形態的特徴により種同定を行い、尾鰭長^{1,2)}、準下尾骨長³⁾、咽頭骨長⁴⁾、主上顎骨長・歯骨長⁴⁾からの推定式により体重を推定し胃内容物組成を復元した。各部からの体重推定式が文献等より得られない魚種については近縁種の推定式を代用した。

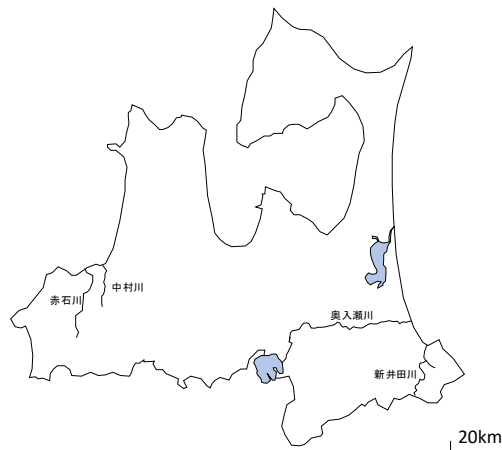


図 1. 調査定点

結果と考察

2024 年に捕獲されたカワウの成長段階は、幼鳥～若鳥の割合が高い傾向にあった（表 1）。赤石川では 13 羽中、幼鳥～若鳥が 8 羽（62%）、奥入瀬川では 69 羽中、幼鳥～若鳥が 54 羽（78%）であった。奥入瀬川では幼鳥～若鳥の割合に明瞭な季節的变化はなかった。

全長と体重（胃内容物除去）の関係は、奥入瀬川では 7 月の個体が 8 月、9 月の個体と比較して、全長に対する体重が重い傾向にあった（図 2）。赤石川の個体には明瞭な季節的傾向は認められなかった。新井

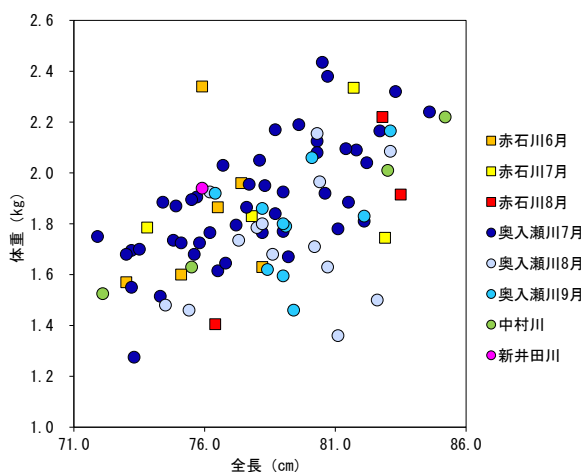


図 2. カワウの全長－体重の関係

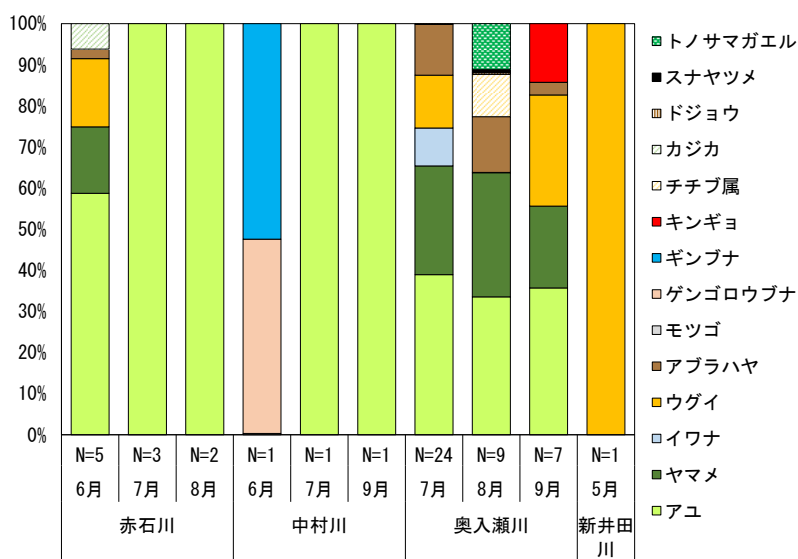


図 3. 河川・時期別の胃内容物重量組成

謝 辞

青森県内水面漁業協同組合連合会、弘前大学、日本野鳥の会青森県支部・弘前支部、岩手県立博物館の高橋専門学芸調査員、埼玉県立自然の博物館の本多里奈学芸員、青森県猟友会、鱒ヶ沢町漁業協同組合赤石支所、奥入瀬川漁業協同組合、奥入瀬川鮭鱒増殖漁業協同組合、新井田川漁業協同組合、青森県水産振興課、鱒ヶ沢町役場、八戸市水産事務所に多大なご協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

文 献

- 1) 戸井田伸一 (2002) 相模川水系におけるカワウ *Phalacrocorax carbo hanedae* の食性. 神奈川県水産総合研究所研究報告, 7, 117-122.
- 2) 藍憲一郎, 尾崎真澄 (2007) 夷隅川水系および養老川水系におけるカワウ *Phalacrocorax carbo hanedae* の食性. 千葉県水産総合研究センター研究報告, 2, 43-51.
- 3) 高橋鉄美, 亀田佳代子, 川村めぐみ (2002) 尾鰭骨格による琵琶湖産アユおよびワカサギの種判別と体長の推定 (短報). 日本水産学会誌, 68, 576-578.
- 4) 熊川真二 (2008) 魚食性鳥獣類の消化管内に残る咽頭骨などの魚類組織断片の解析による被食魚類の種判別と体長及び体重の推定. 長野県水産試験場研究報告, 10, 7-16.

漁業公害調査指導事業

静 一徳・田澤 亮

目 的

小川原湖及び十三湖において良好な漁場環境を維持するため現況を把握する。この調査は 1996 年から実施している。

材料と方法

1. 水質及び底質調査

(1) 調査地点

小川原湖内 7 定点、十三湖内 6 定点 (図 1)

(2) 調査回数

2024 年 4 月から 11 月まで月 1 回の計 8 回 (底質は 5 月、7 月、9 月に月 1 回の計 3 回)

(3) 観測項目及び方法

観測方法は漁場保全対策推進事業調査指針 (平成 9 年 3 月、水産庁) に従った。

- ① 水温：機器測定 (小川原湖 YSI ProDSS、十三湖 YSI プロ SCT メーター-PR030)
- ② 風速：機器測定 (MT-905)
- ③ 水深：錘測 (レッド測深)
- ④ 透明度：透明度板
- ⑤ 溶存酸素量 (DO)：機器測定 (小川原湖 YSI ProDSS、十三湖 TOADKK MM-42DP)
- ⑥ pH：機器測定 (小川原湖 YSI ProDSS、十三湖 TOADKK MM-42DP)
- ⑦ 塩分：機器測定 (小川原湖 YSI ProDSS、十三湖 YSI プロ SCT メーター-PR030)
- ⑧ 粒度組成：新編水質汚濁調査指針 (昭和 55 年、日本水産資源保護協会) (使用フルイ：1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm、0.063 mm) に従った。
- ⑨ 強熱減量 (IL)：550℃・6 時間

なお、平年値は本事業での 1996 年から 2023 年の月別平均値とした。

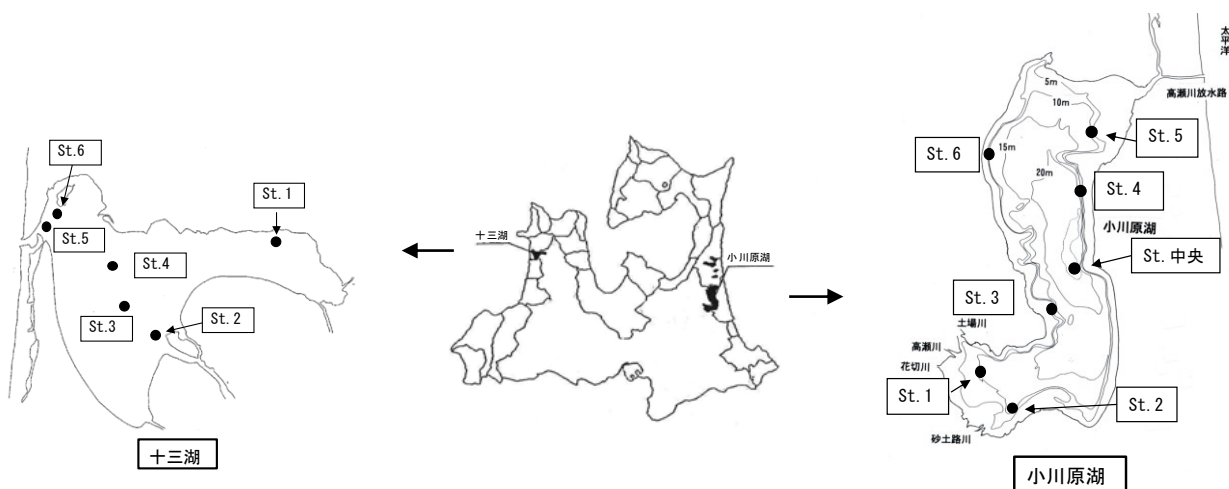


図 1. 小川原湖及び十三湖の調査地点

(4) 塩淡界面について

小川原湖では近年、塩分躍層の深度が水環境に大きな影響を与えている。そこで、低塩分層と高塩分層の塩分の中間的な値である 5 (psu) を塩淡界面と定義し、St. 中央の鉛直観測に基づき 1996 年以降の塩淡界面深度を算出した。なお、2006 年以降は St. 中央において 1m 間隔の鉛直観測が行われているが、1996 年～2005 年は 5m 間隔や 10m 間隔の観測であり塩淡界面深度の精度に懸念がある。そこで 1996 年～2005 年に関しては国土交通省の水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) の小川原湖 No. G、No. C における深度 0m、7m、9m、14m、18m、25m の塩化物イオン濃度の鉛直観測データを引用した。塩化物イオン濃度に 1.08655 (Wooster et al. 1969) を乗ずることで実用塩分に換算した。観測値のない深度については線形補間により求めた。また塩淡界面深度算出に当たっては No. H における水位観測値により観測日の水位を補正した。

2. 湖沼生物モニタリング調査

(1) 調査地点

小川原湖内 St. 中央を除く 6 定点、十三湖内 6 定点 (図 1)

(2) 調査回数

5 月、7 月、9 月に月 1 回

(3) 調査項目及び方法

エクスマンバージ採泥器 (15×15 cm) を使用して各地点 2 回採泥し、1 mm 目合いの篩にかけた残りをサンプルとした。また、サンプルは選別した後、99%エタノール固定し、同定及び秤量を行った。

結果と考察

1. 水質及び底質調査

(1) 小川原湖 (表 1、表 2、図 2～図 4)

① 水温

全定点平均では、表層、5m 層ともに概ね平年並みか高めであった。9 月は平年と比較して非常に高かった。

② 溶存酸素量 (DO)

全定点平均では、表層は平年並みか高めであった。5m 層では 5 月～9 月に平年より低めであり、6 月、8 月の St. 2 において貧酸素 (4.3mg/l 未満、水産用水基準 (2005) に基づき定義) が確認された。

③ pH

全定点平均では表層、5m 層ともに平年より高めで推移した。特に 9 月以降は平年と比較して非常に高かった。

④ 塩分

全定点平均では表層、5m 層ともに平年より非常に高い値で推移した。11 月には 1996 年の観測開始以来初となる 3 psu 台に達した。

⑤ 強熱減量・粒度組成

例年は河川水の影響を受けやすい St. 1 や St. 2 で強熱減量の大きい定点が確認されるが、今年度はそのような定点はなかった。一方で 7 月の St. 1 では泥の割合が 13.3%と高く、河川水の影響と考えられた。また St. 4 でも泥の割合が 5.6%で例年と比較して高かったが、当定点周辺では河川水の流入はなく、要因は不明である。

⑥ 塩淡界面深度

2002 年までは深度 20m 前後で推移していたが、2003 年から深度 18m を超える月が散見されるようになり、2006 年には深度 15m 前後まで急激に上昇し、2008 年 11 月に深度 12.8m に到達した。その後は横ばい傾向で 2015 年まで概ね深

度 15m 前後で推移したが、2016 年から下降に転じ、2019 年 5 月には深度 18.2m まで低下した。その後、再び上昇に転じ、2024 年 8 月には過去最高の深度 9.4m に到達した。

(2) 十三湖 (表 3、表 4、図 5、図 6)

① 水温

全定点平均の水温は、表層では 4 月～10 月に平年並みか高め、11 月に低めで推移し、底層では 4 月に非常に高く、5 月～10 月に高め、11 月は平年並みに推移した。水深が全体的に浅いため、表層と底層の水温差はほとんどなかった。

② 溶存酸素量 (DO)

全定点平均の溶存酸素は、表層では 4 月～7 月に平年並みか低め、8 月～11 月に平年並みか高めで推移し、底層では 4 月に平年並み、5 月に低め、6 月～11 月に平年並みか高めで推移した。St. 3 の底層では、飽和度 50% を下回る貧酸素状態が 5 月に観測された。

③ pH

全定点平均の pH は、表層底層とも 5 月に平年並み、4 月と 6 月～11 月は高めで推移した。

④ 塩分

全定点平均の塩分は、表層では 4 月～8 月は平年並みか高め、9 月に非常に高く、10 月に高め、11 月に平年並みに推移し、底層では 4 月に低め、5 月～11 月に平年並みか高めで推移した。ヤマトシジミの産卵期は 7 月～9 月とされているが、底層において、産卵後の卵の発生に影響がある 20 以上の高塩分となったのは、St. 3, 5, 6 であった。

⑤ 強熱減量・粒度組成

例年同様、湖中央最深部の St. 3 で強熱減量及び泥の割合が高かった。

2. 湖沼生物モニタリング調査

(1) 小川原湖 (表 5)

重量では全ての月でヤマトシジミが多く出現したが、腹足綱、多毛綱、貧毛綱も多く出現した。

(2) 十三湖 (表 6)

全ての月でヤマトシジミが優占していた。次いで、貧毛綱が多く出現した。

謝 辞

現場での調査やデータ提供について小川原湖漁業協同組合、十三漁業協同組合、車力漁業協同組合、北里大学獣医学部、東北町役場、三八地方水産事務所、西北地方水産事務所からご協力をいただきました。感謝申し上げます。

参考文献

- 1) Wooster, W. S., A. J. Lee, and G. Dietrich (1969) Redefinition of salinity. Deep-sea Res., 16, 321-322.

表 1-1. 小川原湖水質観測結果 (2024 年 4 月、5 月)

観測月日	4月11日						5月9日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	8:06	8:30	9:02	11:02	11:15	12:04	7:43	8:10	9:00	10:53	11:20	12:31	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	雨	曇り	
気温(°C)	11.9	12.0	11.4	12.7	13.5	13.6	13.9	12.8	13.0	15.0	9.8	12.1	
風向(16方位)	-	北北西	-	南東	南東	南東	-	北北西	北	-	北	北	
風速(m/sec)	0.0	1.6	0.0	4.5	4.0	2.6	0.0	1.0	0.5	0.0	2.5	4.2	
水深(m)	11.0	10.7	12.6	11.7	11.1	12.2	10.7	10.2	12.2	12.1	11.4	11.6	
透明度(m)	1.2	1.9	1.3	2.2	2.0	2.4	1.1	1.2	1.2	1.4	1.4	1.3	
水温(°C)	0m	7.8	7.7	9.1	9.4	8.8	8.7	14.4	14.4	15.4	15.0	15.4	15.4
	5m	8.1	7.7	7.8	8.0	7.8	7.5	14.1	13.4	14.8	14.1	13.8	13.7
	10m	7.8	7.2	7.7	7.9	7.5	7.2	13.5	12.8	14.2	13.0	13.7	11.7
	B-1m												
DO(mg/L)	0m	12.8	12.7	14.7	13.7	14.0	14.2	10.4	9.7	11.6	9.4	12.1	12.8
	5m	11.7	8.8	13.0	13.0	13.5	14.2	9.3	8.7	10.5	7.5	6.8	6.2
	10m	11.5	7.0	12.5	12.9	12.5	11.4	8.0	4.8	9.0	3.8	6.2	0.4
	B-1m												
DO(%)	0m	109.0	108.4	129.8	121.9	122.1	123.7	103.1	96.0	117.7	95.0	122.3	130.1
	5m	100.4	74.8	110.9	111.2	115.4	120.2	91.6	84.4	105.7	73.9	66.5	60.3
	10m	98.0	58.9	106.9	110.7	105.8	96.1	78.0	46.2	89.6	36.6	60.9	3.4
	B-1m												
pH	0m	8.5	8.3	8.9	9.0	9.0	8.9	8.8	8.0	9.1	9.0	9.3	9.3
	5m	8.4	7.9	8.7	8.9	9.0	8.9	8.5	7.9	9.0	8.7	8.3	7.8
	10m	8.4	8.0	8.7	8.9	8.9	8.6	7.9	7.2	8.6	7.3	7.9	7.0
	B-1m												
塩分	0m	2.0	2.3	2.5	2.3	2.6	2.9	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.5
	5m	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.9	2.5	2.4	2.6	2.6	2.7	2.7
	10m	2.8	2.9	2.8	2.7	2.9	2.9	2.5	2.6	2.6	2.8	2.8	3.0
	B-1m												

表 1-2. 小川原湖水質観測結果 (2024 年 6 月、7 月)

観測月日	6月12日						7月9日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	8:09	8:36	9:31	11:22	11:50	12:50	7:45	8:20	9:12	10:50	11:18	12:30	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	22.3	24.1	25.5	26.8	26.3	24.0	24.5	24.4	24.0	24.2	23.7	25.5	
風向(16方位)	-	北東	北	東南東	南東	南東	-	北北東	北北東	北東	-	東	
風速(m/sec)	0.0	2.3	1.5	5.0	4.5	3.2	0.0	1.3	2.3	1.9	0.0	2.3	
水深(m)	10.8	10.8	12.0	15.3	11.0	12.0	11.2	10.5	11.0	10.9	11.5	11.7	
透明度(m)	1.7	1.8	2.8	2.6	2.7	3.4	1.3	1.3	1.9	1.9	1.8	1.9	
水温(°C)	0m	21.9	22.2	21.8	21.8	21.8	22.9	23.3	23.6	24.0	23.7	24.2	24.3
	5m	16.5	16.4	17.5	16.7	16.6	20.2	23.1	23.0	23.4	23.4	23.7	23.7
	10m	16.1	15.9	16.3	16.3	16.2	16.3	17.8	20.3	17.7	18.4	20.3	20.0
	B-1m												
DO(mg/L)	0m	10.9	10.7	11.5	11.4	11.9	11.3	9.5	9.7	9.4	9.0	9.1	9.8
	5m	5.0	3.4	8.9	7.4	7.7	12.8	8.5	7.5	8.9	8.2	8.3	8.6
	10m	0.1	0.0	2.8	1.4	0.2	1.4	0.1	1.1	0.1	0.1	1.8	1.0
	B-1m												
DO(%)	0m	125.8	123.5	132.7	131.9	136.9	133.0	112.5	115.3	113.2	107.4	109.9	118.6
	5m	52.4	35.0	94.6	77.6	80.2	143.2	100.8	88.4	106.5	98.2	99.4	103.6
	10m	0.8	0.4	29.5	14.5	1.7	14.8	0.7	11.9	1.2	1.2	20.5	12.9
	B-1m												
pH	0m	8.9	8.8	9.0	9.0	9.1	9.0	8.4	8.5	8.9	8.9	8.9	9.0
	5m	7.2	7.1	8.3	7.7	7.8	9.2	8.3	7.9	8.7	8.8	8.7	8.8
	10m	6.9	6.9	7.0	6.9	6.9	6.9	7.1	7.1	7.1	7.1	7.3	7.1
	B-1m												
塩分	0m	1.7	1.6	2.6	2.5	2.6	2.7	2.5	2.5	2.7	2.7	2.9	2.7
	5m	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8
	10m	3.1	3.2	3.0	3.1	3.4	3.1	3.8	3.1	4.2	4.1	4.3	4.5
	B-1m												

表 1-3. 小川原湖水質観測結果 (2024 年 8 月、9 月)

観測月日	8月23日						9月12日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	8:04	8:30	9:19	11:00	11:18	12:26	7:45	8:14	9:15	10:45	11:16	12:28	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	
気温(°C)	27.0	29.1	31.3	34.1	34.0	33.4	26.3	25.4	25.2	26.2	26.4	27.8	
風向(16方位)	南南西	南南西	南南西	南西	南西	南南西	北西	北西	北北西	北	北西	北北東	
風速(m/sec)	3.8	3.9	4.5	7.6	6.3	2.9	0.9	4.1	5.6	4.3	3.6	1.8	
水深(m)	11.2	11.0	13.9	11.4	11.9	12.6	11.4	10.9	14.5	13.6	11.7	13.2	
透明度(m)	1.3	1.7	1.5	1.6	1.9	1.8	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	
水温(°C)	0m	24.9	24.4	25.5	25.9	26.2	26.6	26.0	26.1	26.5	25.9	26.4	26.7
	5m	24.6	23.9	24.6	25.8	26.1	26.1	25.3	25.5	26.5	25.5	25.8	25.3
	10m	18.6	19.0	20.1	22.6	22.3	23.6	20.6	19.8	19.9	20.9	21.5	21.9
	B-1m												
DO(mg/L)	0m	10.1	7.7	8.8	9.8	9.4	9.4	11.3	11.7	10.2	8.6	8.9	9.2
	5m	5.6	3.7	4.6	9.4	9.4	8.7	4.9	6.7	9.9	6.5	8.2	6.0
	10m	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B-1m												
DO(%)	0m	123.0	93.3	108.5	121.4	118.1	119.0	140.1	145.8	127.9	107.5	112.1	116.0
	5m	68.5	44.7	56.2	116.8	117.0	108.4	60.5	83.0	124.7	80.0	101.7	73.9
	10m	0.7	0.6	1.0	3.3	2.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B-1m												
pH	0m	9.1	8.3	8.8	9.2	9.2	9.1	9.4	9.5	9.3	9.1	9.2	9.2
	5m	7.6	7.3	7.4	9.2	9.2	9.0	8.4	8.8	9.3	8.8	9.1	8.7
	10m	7.1	7.1	7.2	7.1	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.3	7.3	7.3
	B-1m												
塩分	0m	0.9	2.0	2.2	2.0	2.2	2.4	1.6	1.6	2.1	2.3	2.3	2.3
	5m	2.8	2.9	3.0	2.0	2.2	2.4	2.3	1.9	2.1	2.4	2.3	2.4
	10m	5.8	5.5	5.3	4.2	4.5	4.1	5.0	5.6	5.7	5.1	5.1	4.9
	B-1m												

表 1-4. 小川原湖水質観測結果 (2024 年 10 月、11 月)

観測月日	10月22日						11月21日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	8:08	8:30	9:21	10:52	11:13	12:08	8:20	8:41	9:33	11:17	11:37	12:30	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	
気温(°C)	15.5	15.3	17.4	22.2	22.0	22.5	7.1	6.8	9.7	14.8	13.9	13.6	
風向(16方位)	-	-	南南東	南南西	-	東	北西	西北西	南南西	北北東	北北東	北東	
風速(m/sec)	0.0	0.0	2.4	1.8	0.0	1.5	2.4	1.7	2.1	2.6	1.8	2.7	
水深(m)	11.0	11.0	11.4	11.2	-	13.0	11.0	10.0	11.8	11.1	11.0	12.7	
透明度(m)	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.9	1.1	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	
水温(°C)	0m	16.6	16.7	17.0	17.3	17.5	18.0	10.0	10.3	10.4	10.9	10.7	10.7
	5m	16.8	16.6	17.0	16.9	16.9	17.1	10.6	10.3	10.2	10.5	10.5	10.3
	10m	18.4	19.0	18.3	16.8	16.5	17.0	12.3	13.2	11.5	10.6	10.6	10.5
	B-1m												
DO(mg/L)	0m	9.6	9.1	9.3	9.9	9.9	9.6	10.8	10.8	10.6	11.4	11.2	11.1
	5m	8.9	8.8	8.4	9.3	9.0	8.7	10.1	10.3	10.2	10.3	10.8	9.9
	10m	0.2	0.2	0.1	9.2	8.6	8.5	1.3	0.2	7.4	10.2	9.9	9.1
	B-1m												
DO(%)	0m	99.6	95.5	97.6	105.3	105.3	102.7	97.6	97.8	96.6	105.2	102.6	102.1
	5m	93.4	91.2	88.3	97.9	94.4	92.2	92.1	93.9	93.1	94.6	98.8	90.7
	10m	1.7	1.8	1.1	96.5	89.7	89.6	12.5	2.2	69.1	93.3	91.4	83.5
	B-1m												
pH	0m	8.5	8.5	8.6	8.7	8.7	8.7	8.3	8.4	8.4	8.7	8.6	8.6
	5m	8.4	8.4	8.4	8.7	8.6	8.5	8.3	8.3	8.3	8.5	8.5	8.3
	10m	7.5	7.2	7.3	8.5	8.5	8.5	7.2	7.3	7.7	8.4	8.3	8.0
	B-1m												
塩分	0m	2.6	2.7	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	3.1	3.3	3.3	3.4	3.5
	5m	2.7	2.7	2.9	3.0	3.1	3.0	3.1	3.1	3.3	3.3	3.5	3.6
	10m	5.5	0.5	4.8	3.3	3.1	3.0	5.0	5.5	4.0	3.5	3.6	3.7
	B-1m												

表 1-5. 小川原湖中央水質観測結果 (2024 年 4 月~11 月)

観測月日	4月11日				5月9日				6月12日				7月9日							
時刻	9:17				9:29				9:52				9:37							
天候	晴れ				曇り				晴れ				曇り							
気温(°C)	13.1				14.6				28.8				25.0							
風向(16方位)	—				—				—				北							
風速(m/sec)	0.0				0.0				0.0				0.7							
水深(m)	26.3				27.2				26.2				26.6							
透明度(m)	1.6				1.3				2.9				1.9							
水深	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分
0m	9.7	11.4	101.7	9.0	2.2	15.4	8.7	88.0	9.1	2.6	22.3	9.0	104.9	9.0	2.4	23.9	7.2	86.5	8.9	2.7
1m	8.6	12.6	109.6	9.0	2.4	14.7	8.1	80.7	9.2	2.6	22.0	8.8	101.9	9.0	2.4	23.8	6.7	80.5	8.9	2.7
2m	8.4	12.0	104.2	9.0	2.5	14.5	7.4	73.3	9.0	2.6	21.1	9.0	102.3	9.0	2.4	23.7	6.2	74.1	8.9	2.7
3m	8.3	11.4	98.9	8.9	2.6	14.4	7.0	70.1	8.9	2.6	20.2	9.3	103.7	9.1	2.4	23.4	5.9	70.1	8.8	2.7
4m	8.4	11.0	95.4	8.8	2.6	14.2	6.1	60.6	8.8	2.6	18.3	9.9	106.7	8.7	2.7	23.2	5.4	64.2	8.7	2.7
5m	8.4	10.7	92.6	8.7	2.7	14.1	6.1	60.5	8.7	2.6	17.6	8.1	86.0	8.8	2.7	23.1	5.4	63.6	8.6	2.7
6m	8.3	10.0	86.3	8.7	2.7	14.0	5.6	55.0	8.6	2.6	17.0	5.9	62.0	8.4	2.8	23.0	5.1	60.9	8.5	2.7
7m	8.3	9.8	84.9	8.6	2.7	14.0	5.7	55.6	8.6	2.6	16.7	4.7	48.8	7.8	2.8	22.3	3.1	35.6	8.0	2.8
8m	8.2	9.6	82.6	8.6	2.7	13.9	5.3	52.4	8.5	2.6	16.6	4.2	43.4	7.7	2.8	20.8	0.8	9.5	7.2	3.2
9m	8.2	9.8	84.8	8.6	2.8	13.4	3.9	38.2	7.8	2.6	16.5	3.9	41.0	7.4	2.8	19.1	0.0	0.0	7.0	3.5
10m	8.1	8.9	76.2	8.5	2.8	12.5	0.7	7.0	7.2	2.7	16.3	1.0	10.3	6.9	3.1	18.2	0.0	0.0	7.1	4.0
11m	7.9	9.2	78.6	8.5	2.8	11.4	0.0	0.0	7.1	3.0	16.1	0.0	0.0	6.9	3.2	17.5	0.0	0.0	7.1	4.5
12m	7.8	8.9	75.9	8.4	2.9	11.4	0.0	0.0	7.1	3.1	15.9	0.0	0.0	6.9	3.4	17.5	0.0	0.0	7.1	5.3
13m	7.4	7.9	66.8	8.2	2.9	10.8	0.0	0.0	7.1	3.4	14.9	0.0	0.0	7.1	4.3	17.7	0.0	0.0	7.1	6.3
14m	6.8	0.0	0.0	7.1	9.4	10.4	0.0	0.0	7.2	4.4	13.6	0.0	0.0	7.0	6.3	16.7	0.0	0.0	7.1	7.4
15m	8.8	0.0	0.0	7.0	11.4	9.3	0.0	0.0	7.1	10.9	11.5	0.0	0.0	7.0	10.6	12.6	0.0	0.0	7.1	11.2
16m	9.7	0.0	0.0	7.0	11.8	9.7	0.0	0.0	7.1	11.8	10.2	0.0	0.0	7.0	11.7	11.8	0.0	0.0	7.1	11.7
17m	10.2	0.0	0.0	7.0	12.0	10.1	0.0	0.0	7.1	12.0	10.1	0.0	0.0	7.1	11.8	11.5	0.0	0.0	7.1	12.0
18m	10.4	0.0	0.0	7.0	12.2	10.3	0.0	0.0	7.1	12.2	10.1	0.0	0.0	7.1	12.1	11.0	0.0	0.0	7.1	12.1
19m	10.6	0.0	0.0	7.0	12.7	10.3	0.0	0.0	7.1	12.4	10.3	0.0	0.0	7.1	12.3	11.0	0.0	0.0	7.1	12.6
20m	10.5	0.0	0.0	7.0	13.0	10.4	0.0	0.0	7.1	12.7	10.4	0.0	0.0	7.1	12.7	10.9	0.0	0.0	7.1	12.8
21m	10.2	0.0	0.0	7.0	13.5	10.4	0.0	0.0	7.1	13.1	10.4	0.0	0.0	7.1	13.1	10.9	0.0	0.0	7.1	12.8
22m	10.1	0.0	0.0	7.0	13.7	10.4	0.0	0.0	7.1	13.1	10.3	0.0	0.0	7.1	13.2	10.9	0.0	0.0	7.1	13.1
23m	10.1	0.0	0.0	7.0	13.7	10.3	0.0	0.0	7.1	13.3	10.3	0.0	0.0	7.1	13.2	10.8	0.0	0.0	7.1	13.2
24m	10.1	0.0	0.0	7.0	13.7	10.3	0.0	0.0	7.1	13.3	10.3	0.0	0.0	7.1	13.2	10.8	0.0	0.0	7.1	13.2
25m	10.1	0.0	0.0	7.0	13.7	10.3	0.0	0.0	7.1	13.3	10.3	0.0	0.0	7.1	13.2	10.8	0.0	0.0	7.1	13.2
観測月日	8月23日				9月12日				10月22日				11月21日							
時刻	9:39				9:47				9:40				9:52							
天候	晴れ				曇り				晴れ				晴れ							
気温(°C)	31.1				25.3				19.3				10.8							
風向(16方位)	南南西				北西				南				南南西							
風速(m/sec)	4.7				5.0				2.8				2.7							
水深(m)	26.6				26.4				26.3				26.3							
透明度(m)	1.5				1.4				1.0				1.0							
水深	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(°C)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分
0m	25.7	9.6	119.2	9.2	1.6	26.0	8.9	110.8	9.2	2.2	17.2	9.8	103.2	8.7	2.8	11.0	11.1	102.3	8.6	3.2
1m	25.7	9.3	115.3	9.2	1.6	26.0	8.9	110.8	9.2	2.3	17.1	9.7	102.3	8.7	2.8	10.8	11.0	101.4	8.6	3.2
2m	25.7	9.0	110.7	9.2	1.6	26.0	8.9	110.6	9.2	2.3	17.0	9.6	100.8	8.7	2.8	10.7	10.6	97.5	8.6	3.2
3m	25.6	8.4	103.0	9.2	1.6	26.0	8.8	109.5	9.2	2.2	16.9	9.2	96.6	8.6	2.8	10.6	10.0	91.6	8.4	3.2
4m	25.5	7.5	92.5	9.1	1.7	26.0	8.6	107.9	9.2	2.2	16.9	9.2	96.3	8.6	2.8	10.6	9.9	90.9	8.4	3.2
5m	25.6	7.0	86.3	9.1	2.0	26.0	8.4	104.5	9.2	2.2	16.9	9.1	95.2	8.6	2.8	10.6	9.8	89.8	8.4	3.2
6m	25.6	6.6	81.3	9.1	2.1	25.9	8.1	100.3	9.1	2.2	16.9	9.0	94.8	8.6	2.9	10.6	9.7	89.2	8.4	3.2
7m	23.8	1.8	21.9	7.2	3.4	24.9	0.2	2.0	7.2	2.8	16.9	8.9	93.5	8.6	2.9	10.6	9.6	87.6	8.4	3.3
8m	23.3	1.0	12.3	7.1	3.7	23.3	0.0	0.0	7.2	3.7	16.8	8.8	91.9	8.6	2.9	10.6	9.4	86.4	8.4	3.3
9m	22.7	0.2	2.5	7.2	4.0	22.1	0.0	0.0	7.3	4.3	17.1	6.9	73.0	8.4	3.1	10.8	8.1	74.7	8.0	3.8
10m	20.3	0.0	0.0	7.2	5.3	20.4	0.0	0.0	7.3	5.3	17.6	0.0	0.0	7.5	5.3	11.3	6.9	64.1	7.7	4.0
11m	19.1	0.0	0.0	7.1	5.9	18.9	0.0	0.0	7.2	6.2	18.7	0.0	0.0	7.1	6.9	12.8	0.0	0.0	7.3	6.3
12m	18.3	0.0	0.0	7.1	6.7	18.3	0.0	0.0	7.2	7.1	18.1	0.0	0.0	7.1	7.9	15.1	0.0	0.0	7.2	7.7
13m	17.7	0.0	0.0	7.1	7.4	17.3	0.0	0.0	7.1	8.2	17.4	0.0	0.0	7.1	8.8	16.3	0.0	0.0	7.1	9.2
14m	16.3	0.0	0.0	7.1	9.8	16.2	0.0	0.0	7.1	9.5	16.1	0.0	0.0	7.1	10.0	16.1	0.0	0.0	7.1	10.0
15m	14.9	0.0	0.0	7.1	10.8	15.1	0.0	0.0	7.1	10.7	14.5	0.0	0.0	7.1	11.5	14.7	0.0	0.0	7.1	11.5
16m	14.0	0.0	0.0	7.1	11.4	13.9	0.0	0.0	7.1	11.6	13.9	0.0	0.0	7.1	11.8	14.0	0.0	0.0	7.1	11.9
17m	12.5	0.0	0.0	7.1	12.1	13.1	0.0	0.0	7.1	12.0	13.0	0.0	0.0	7.1	12.1	13.5	0.0	0.0	7.1	12.2
18m	12.1	0.0	0.0	7.2	12.2	12.3	0.0	0.0	7.2	12.2	12.8	0.0	0.0	7.1	12.3	13.0	0.0	0.0	7.1	12.4
19m	11.6	0.0	0.0	7.2	12.4	11.7	0.0	0.0	7.2	12.5	12.6	0.0	0.0	7.1	12.5	12.7	0.0	0.0	7.1	12.6
20m	11.4	0.0	0.0	7.2	12.8	11.5	0.0	0.0	7.2	12.7	12.4	0.0	0.0	7.1	12.7	12.5	0.0	0.0	7.1	13.0
21m	11.1	0.0	0.0	7.2	12.9	11.4	0.0	0.0	7.2	12.8	12.3	0.0	0.0	7.1	12.9	12.3	0.0	0.0	7.1	13.2
22m	11.1	0.0	0.0	7.2	13.0	11.2	0.0	0.0	7.2	12.9	12.3	0.0	0.0	7.1	13.3	12.3	0.0	0.0	7.1	13.5
23m	11.2	0.0	0.0	7.2	13.1	11.2	0.0	0.0	7.2	12.9	12.4	0.0	0.0	7.1	15.0	12.3	0.0	0.0	7.1	13.5
24m	11.1	0.0	0.0	7.2	13.2	11.2	0.0	0.0	7.2	12.9	12.6	0.0	0.0	7.1	16.9	12.1	0.0	0.0	7.2	14.6
25m	11.1	0.0	0.0	7.2	13.3	11.2	0.0	0.0	7.2	12.9	12.5	0.0	0.0	7.1	17.0	12.1	0.0	0.0	7.2	15.0

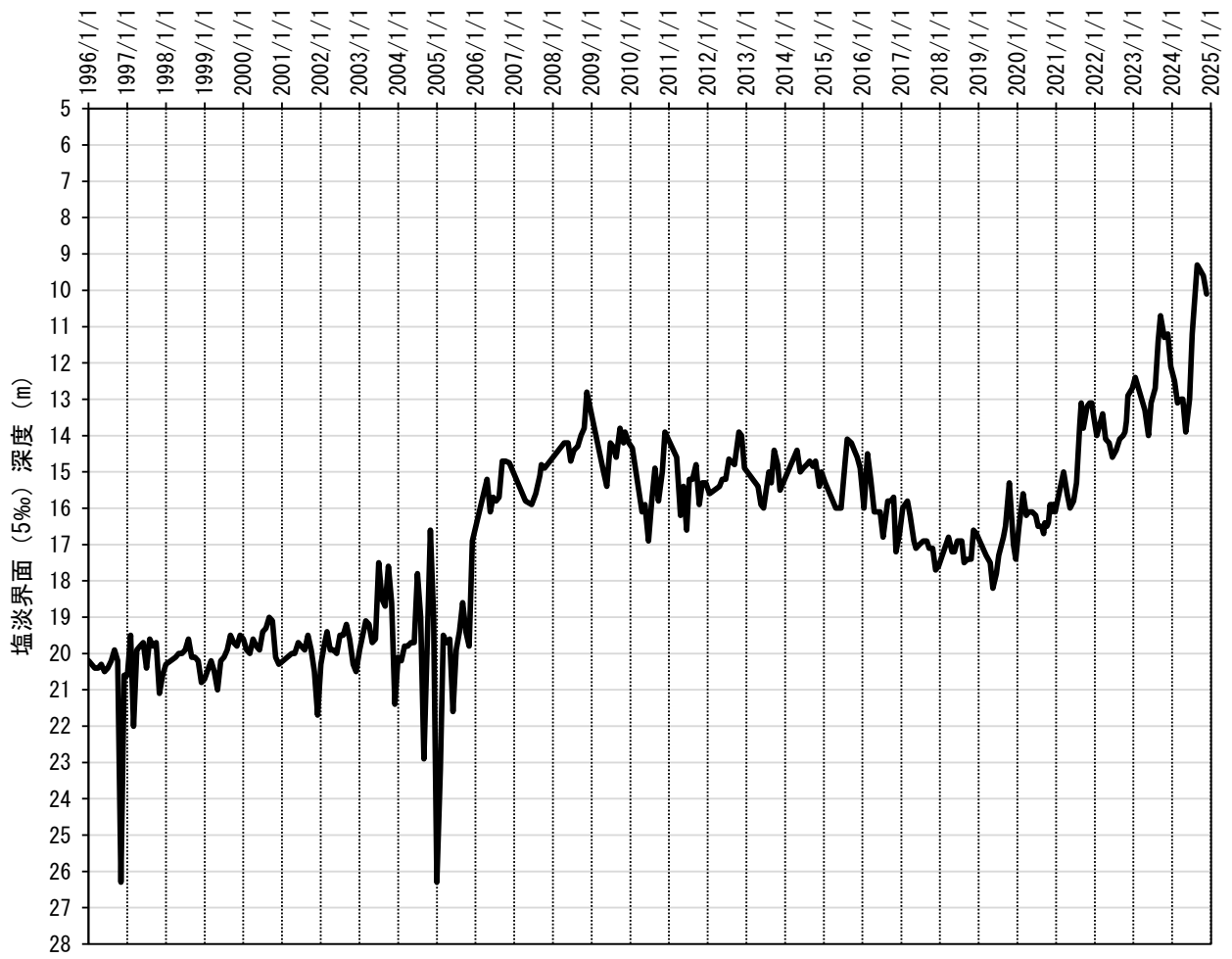


図2. 小川原湖の St. 中央における塩淡水界面深度の推移

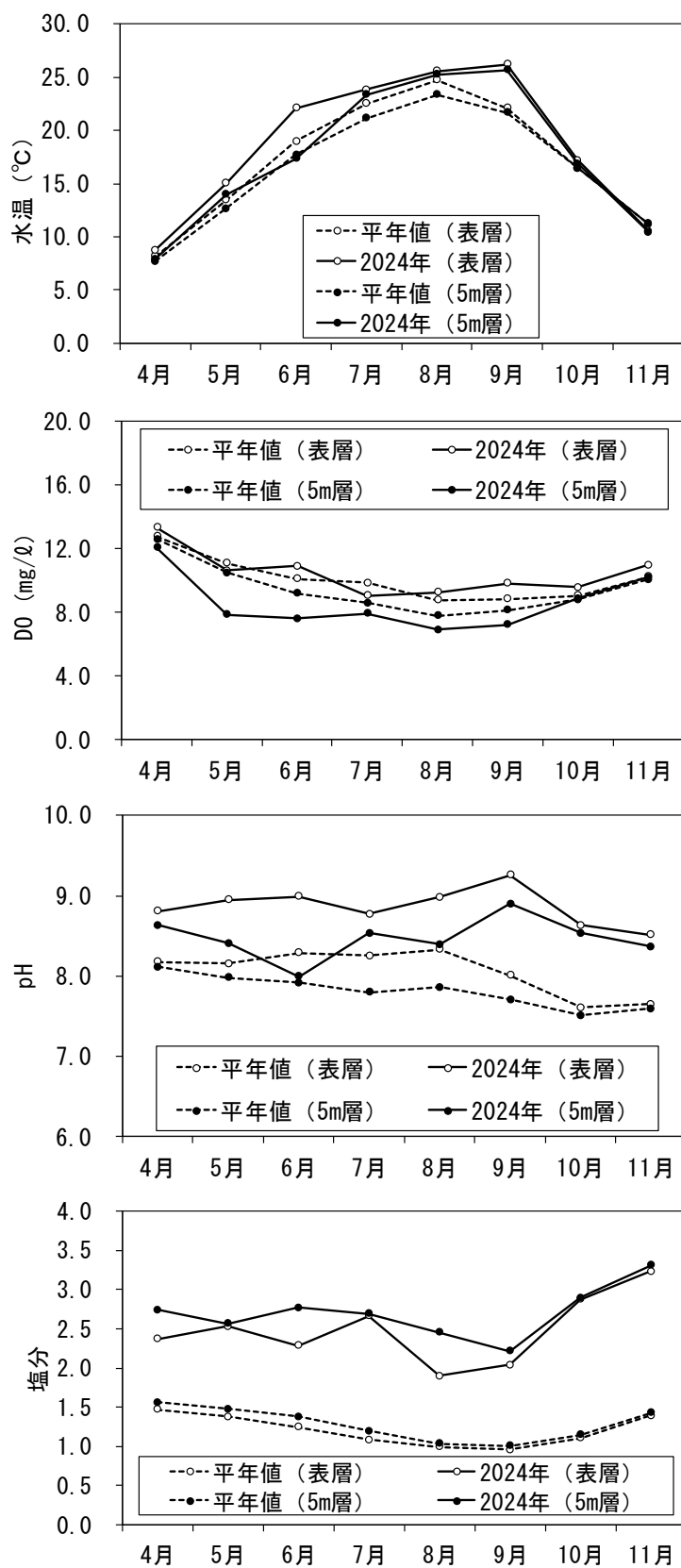


図3. 小川原湖水質観測結果(全定点平均)

表 2-1. 小川原湖底質分析結果 (2024 年 5 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5
含水率 (%)	20.4	19.3	19.6	19.5	19.7	21.8
乾泥率 (%)	79.6	80.7	80.4	80.5	80.3	78.2
強熱減量 (%)	1.0	0.7	0.7	0.7	0.9	1.3
礫・極粗粒砂	1.0	5.4	11.3	2.6	5.4	0.4
粗粒砂	8.9	10.4	22.3	3.9	8.6	2.6
中粒砂	70.2	44.9	50.2	59.9	31.1	53.3
細粒砂	17.4	37.0	15.2	29.0	51.7	41.0
微細粒砂	0.3	0.8	0.4	2.1	1.0	1.2
泥	2.2	1.5	0.6	2.5	2.2	1.5

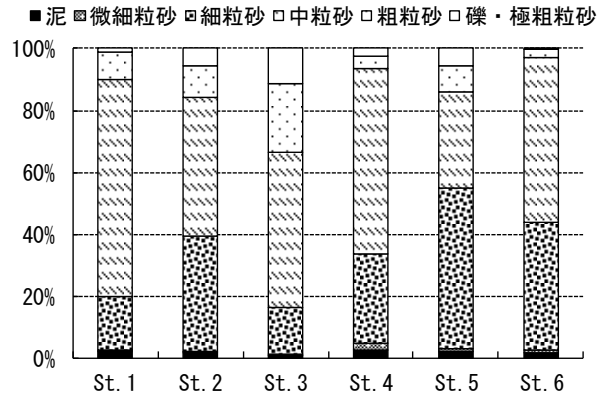


図 4-1. 小川原湖底質分析結果 (2024 年 5 月)

表 2-2. 小川原湖底質分析結果 (2024 年 7 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	3.7	4.1	4.1	4.5	3.9	3.5
含水率 (%)	23.3	22.1	23.5	21.6	19.4	21.5
乾泥率 (%)	76.7	77.9	76.5	78.4	80.6	78.5
強熱減量 (%)	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	1.0
礫・極粗粒砂	1.5	2.9	3.2	1.8	4.3	0.2
粗粒砂	8.4	3.8	12.9	5.8	9.6	3.1
中粒砂	58.7	45.3	56.9	61.1	25.9	54.0
細粒砂	17.8	45.4	25.9	24.0	57.9	40.7
微細粒砂	0.3	0.8	0.4	1.7	1.5	1.4
泥	13.3	1.8	0.7	5.6	0.8	0.6

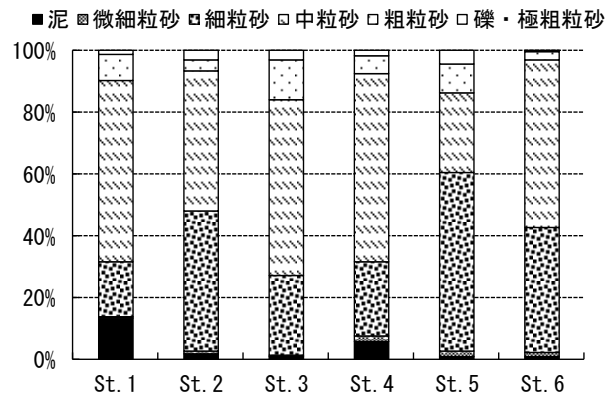


図 4-2. 小川原湖底質分析結果 (2024 年 7 月)

表 2-3. 小川原湖底質分析結果 (2024 年 9 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	2.5	3.8	3.7	4.0	3.5	2.6
含水率 (%)	22.2	21.7	23.4	22.5	21.3	21.4
乾泥率 (%)	77.8	78.3	76.6	77.5	78.7	78.6
強熱減量 (%)	1.3	1.2	1.7	1.7	1.1	1.5
礫・極粗粒砂	1.3	5.0	6.2	1.3	2.4	0.3
粗粒砂	9.5	6.2	14.7	3.7	6.9	3.1
中粒砂	71.3	42.6	45.2	72.1	33.6	59.2
細粒砂	17.3	42.7	33.0	19.5	55.5	35.2
微細粒砂	0.2	1.8	0.9	1.2	0.7	0.9
泥	0.4	1.7	0.0	2.2	0.9	1.3

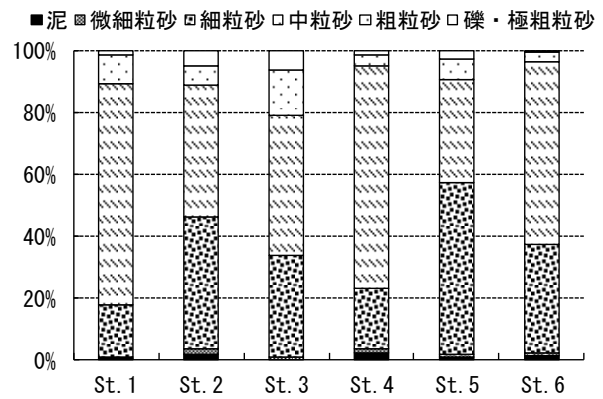


図 4-3. 小川原湖底質分析結果 (2024 年 9 月)

表 3-1. 十三湖水質觀測結果(2024 年 4 月、5 月)

觀測月日	4月22日						5月20日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	14:55	14:39	14:31	14:20	14:10	14:03	15:18	14:59	14:46	14:33	14:14	13:58	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	18.7	18.5	20.5	18.9	19.1	21.3	21.0	18.7	18.3	20.3	20.8	20.3	
風向(8方位)	北東	北北西	北北東	北北東	北	北	西北西	西北西	北北西	北西	北	北北西	
風速(m/s)	4.7	4.4	3.4	4.6	5.3	3.6	4.4	2.9	3.2	3.2	1.9	2.3	
水深(m)	0.5	0.5	1.7	0.7	1.5	0.5	0.6	0.5	1.7	0.6	1.1	0.4	
透明度(m)	水深以上	水深以上	1.4	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	0.5	水深以上	水深以上	水深以上	
水温(°C)	0m	16.0	12.8	11.8	16.1	14.1	17.1	20.7	20.6	18.7	19.3	18.9	19.5
	B-0.1m	16.0	12.8	11.8	16.1	13.9	17.0	20.7	20.5	16.7	19.1	17.1	19.6
DO(mg/l)	0m	10.3	11.1	11.5	11.7	11.2	11.0	8.1	8.8	9.9	10.1	8.9	8.2
	B-0.1m	10.6	11.0	11.4	11.8	11.1	11.1	8.2	9.1	2.5	9.9	8.2	8.2
DO(%)	0m	104.0	105.0	107.0	119.0	109.0	116.0	90.0	98.0	106.0	109.0	96.0	90.0
	B-0.1m	106.0	104.0	107.0	119.0	108.0	117.0	91.0	99.0	26.0	107.0	86.0	90.0
pH	0m	7.5	7.4	7.5	8.1	7.9	8.2	7.5	7.7	7.8	8.1	8.3	8.0
	B-0.1m	7.2	7.4	7.8	8.1	8.0	8.1	7.5	7.8	7.4	8.1	8.1	7.9
塩分	0m	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	1.6	0.2	1.9	1.8	3.0	3.2
	B-0.1m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	1.6	0.3	13.0	1.9	8.1	3.9

表 3-2. 十三湖水質觀測結果(2024 年 6 月、7 月)

觀測月日	6月17日						7月22日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	15:13	14:46	14:34	14:27	14:15	14:06	15:06	14:49	14:36	14:24	14:11	13:56	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温(°C)	25.8	25.5	24.6	25.9	25.8	26.6	29.5	29.8	29.7	29.7	30.0	31.0	
風向(8方位)	西南西	西南西	西南西	西南西	南西	南西	西	南西	南西	南西	西南西	南西	
風速(m/s)	7.4	8.3	9.8	8.2	6.7	6.7	7.7	6.0	8.9	8.5	6.3	6.8	
水深(m)	0.6	0.6	1.9	0.9	1.3	0.5	0.9	0.9	2.0	1.1	1.5	0.8	
透明度(m)	0.5	0.3	0.8	0.6	0.9	水深以上	0.5	0.7	1.2	0.9	水深以上	水深以上	
水温(°C)	0m	24.2	25.1	23.2	23.0	23.1	23.6	27.8	28.0	27.3	27.8	26.6	27.6
	B-0.1m	24.2	25.0	23.1	22.9	23.1	23.6	27.7	28.0	25.9	27.8	26.5	26.6
DO(mg/l)	0m	8.5	8.8	11.4	10.7	10.8	10.1	6.9	11.7	8.8	12.7	8.4	11.0
	B-0.1m	8.7	9.0	5.8	10.7	10.7	10.1	6.9	11.7	4.5	12.7	8.2	8.0
DO(%)	0m	101.0	106.0	133.0	124.0	126.0	120.0	87.0	149.0	111.0	161.0	105.0	140.0
	B-0.1m	103.0	107.0	80.0	123.0	124.0	120.0	88.0	149.0	41.0	161.0	102.0	101.0
pH	0m	7.8	8.1	8.6	8.6	8.6	8.5	7.9	8.8	8.1	8.8	8.2	8.6
	B-0.1m	7.9	8.3	8.4	8.6	8.6	8.5	8.0	8.7	8.1	8.8	8.2	8.2
塩分	0m	6.1	3.4	10.6	9.3	11.4	13.1	2.9	5.6	5.6	8.4	29.9	15.0
	B-0.1m	6.8	3.5	10.5	9.3	11.6	13.1	2.9	5.6	29.5	8.1	30.9	26.9

表 3-3. 十三湖水質観測結果 (2024 年 8 月、9 月)

観測月日	8月19日						9月17日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	15:00	14:45	14:31	14:12	14:02	13:54	15:04	14:47	14:30	14:23	14:06	14:00	
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	27.9	28.6	27.3	28.8	27.9	27.2	22.3	22.6	22.0	22.6	22.7	23.0	
風向(8方位)	西	北西	北西	西	北	北	西南西	西	西	西南西	西南西	西南西	
風速(m/s)	3.5	5.4	4.9	5.3	3.9	5.0	4.6	6.4	5.5	4.8	3.7	5.7	
水深(m)	0.8	0.8	1.9	1.0	1.7	0.8	0.8	0.7	1.9	1.0	1.3	0.6	
透明度(m)	水深以上	水深以上	1.2	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	0.6	0.9	0.8	水深以上	水深以上	
水温(°C)	0m	29.1	28.8	27.6	27.6	28.0	26.9	21.5	22.0	21.9	21.8	24.8	24.7
	B-0.1m	29.1	28.7	25.8	26.6	26.2	26.5	21.5	22.0	24.4	21.8	24.7	24.7
DO(mg/l)	0m	7.8	10.9	12.3	12.6	11.3	8.4	10.5	12.2	12.3	11.9	8.6	8.1
	B-0.1m	8.0	10.9	5.8	11.1	8.6	8.6	10.5	12.2	6.1	11.9	8.7	8.4
DO(%)	0m	101.0	140.0	156.0	159.0	142.0	106.0	120.0	140.0	141.0	136.0	103.0	98.0
	B-0.1m	103.0	140.0	71.0	129.0	106.0	107.0	120.0	139.0	72.0	134.0	103.0	104.0
pH	0m	8.0	8.5	8.9	9.0	8.9	8.2	8.4	8.7	8.8	8.7	8.3	8.2
	B-0.1m	8.1	8.6	7.9	8.2	8.3	8.2	8.5	8.7	8.2	8.7	8.3	8.2
塩分	0m	1.3	0.6	1.7	2.1	3.2	18.7	5.7	5.6	8.3	9.7	31.6	30.5
	B-0.1m	1.3	0.6	29.2	3.4	32.3	30.0	6.5	5.6	29.3	9.7	31.6	30.4

表 3-4. 十三湖水質観測結果 (2024 年 10 月、11 月)

観測月日	10月10日						11月21日						
定点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	
時刻	15:00	14:02	14:11	14:23	14:32	14:41	14:56	14:02	14:10	14:19	14:28	14:36	
天候	雨	曇り	曇り	雨	雨	雨	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温(°C)	15.0	17.4	18.3	17.2	16.1	15.6	10.1	9.1	10.0	10.2	10.3	10.7	
風向(8方位)	南東	東南東	東南東	東	南東	南東	北西	北西	北西	北北東	北北東	北北東	
風速(m/s)	3.8	8.1	7.8	8.8	7.2	5.9	4.2	3.4	4.6	3.9	3.6	4.5	
水深(m)	0.4	0.4	1.5	1.2	1.2	0.3	0.6	0.4	1.8	0.8	1.3	0.3	
透明度(m)	水深以上	水深以上	1.0	0.9	1.0	水深以上	水深以上	水深以上	1.4	水深以上	1.0	水深以上	
水温(°C)	0m	17.5	17.5	17.6	18.2	17.4	17.3	8.0	7.4	7.1	6.8	6.5	8.0
	B-0.1m	17.5	17.5	19.3	18.1	17.4	17.3	8.0	7.5	13.2	8.2	7.4	8.1
DO(mg/l)	0m	9.6	9.7	11.5	9.9	9.3	9.3	13.5	11.9	11.1	11.5	11.7	12.3
	B-0.1m	9.8	9.8	3.1	9.8	9.3	9.4	13.4	11.7	8.9	9.4	11.8	12.3
DO(%)	0m	100.0	102.0	121.0	104.0	97.0	97.0	114.0	100.0	96.0	95.0	96.0	104.0
	B-0.1m	100.0	103.0	37.0	104.0	97.0	97.0	114.0	100.0	84.0	85.0	99.0	104.0
pH	0m	8.0	8.0	8.6	8.2	8.1	8.1	8.3	8.2	8.5	8.6	8.4	8.1
	B-0.1m	8.0	8.0	7.9	8.3	8.2	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.1
塩分	0m	14.3	4.2	8.4	14.3	10.0	6.9	0.4	0.1	3.0	2.6	2.1	0.2
	B-0.1m	14.2	4.1	15.9	14.2	10.3	9.1	3.0	0.2	31.9	19.8	4.4	3.9

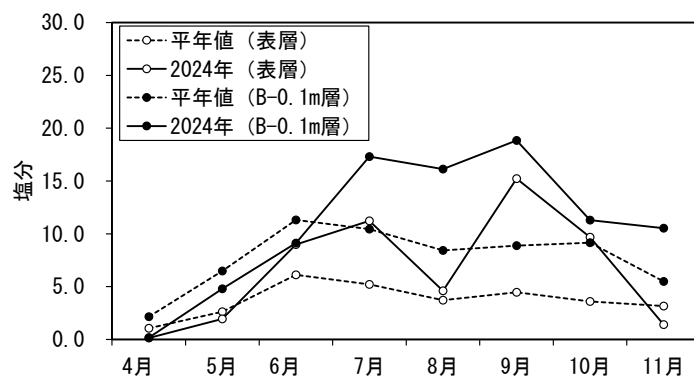
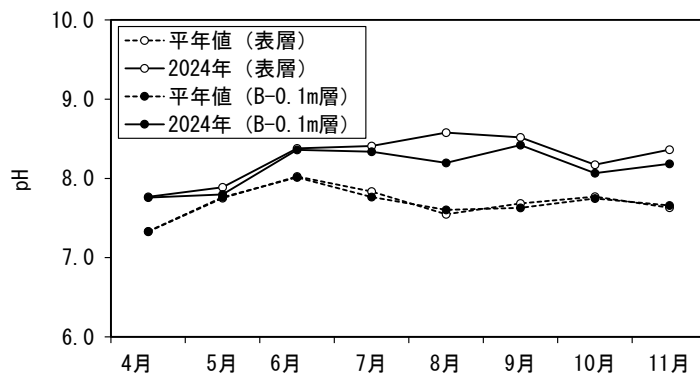
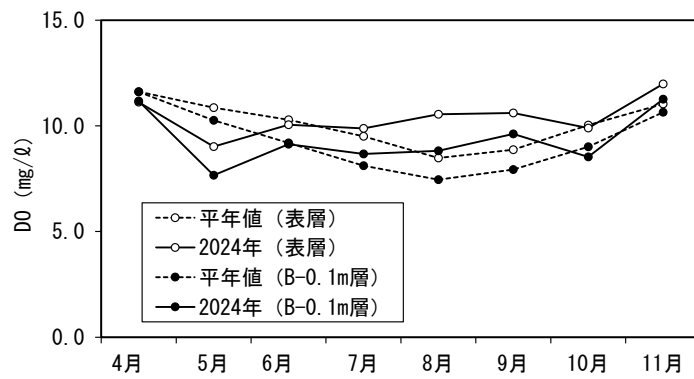
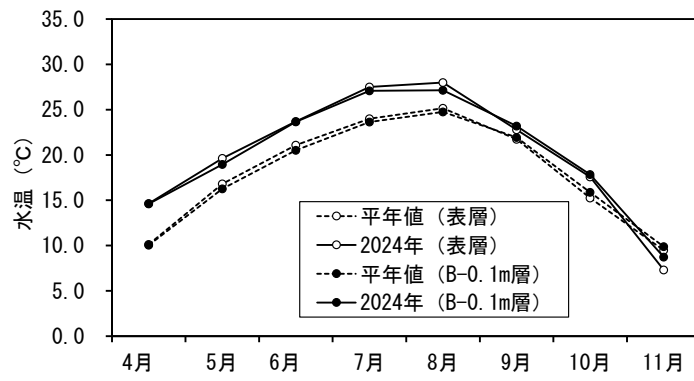


图 5. 十三湖水質観測結果(全定点平均)

表 4-1. 十三湖底質分析結果 (2024 年 5 月)

調查地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	0.6	0.5	1.7	0.6	1.1	0.4
含水率 (%)	27.1	27.9	57.8	20.9	25.5	20.4
乾泥率 (%)	72.9	72.1	42.2	79.1	74.5	79.6
強熱減量 (%)	2.6	2.3	11.8	1.7	2.7	1.5
礫・極粗粒砂	1.1	0.0	0.0	1.1	10.8	10.6
粗粒砂	7.6	0.2	0.0	9.0	20.1	17.6
中粒砂	61.2	20.7	2.0	67.0	32.8	41.0
細粒砂	26.0	67.5	12.4	20.9	17.7	27.8
微細粒砂	2.4	6.5	16.4	0.0	2.4	0.3
泥	1.7	5.1	69.2	2.0	16.2	2.7

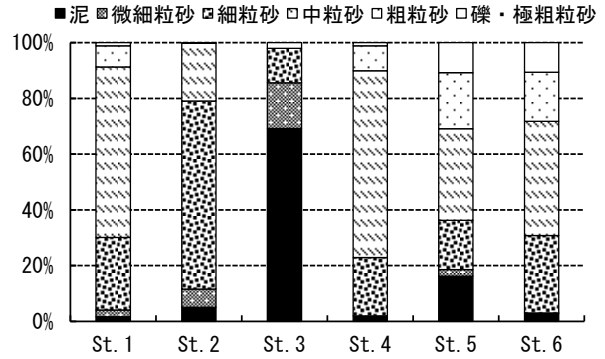


图 6-1. 十三湖底質分析結果 (2024 年 5 月)

表 4-2. 十三湖底質分析結果 (2024 年 7 月)

調查地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	0.9	0.9	2.0	1.1	1.5	0.8
含水率 (%)	30.9	26.2	51.9	21.9	20.7	20.7
乾泥率 (%)	69.1	73.8	48.1	78.1	79.3	79.3
強熱減量 (%)	4.7	2.8	9.3	2.1	1.5	2.1
礫・極粗粒砂	1.7	0.5	0.3	1.7	13.6	7.2
粗粒砂	7.1	0.4	0.4	11.0	31.9	17.3
中粒砂	49.2	25.9	2.0	65.1	39.2	47.5
細粒砂	32.7	56.9	19.7	19.0	13.1	26.0
微細粒砂	5.1	9.3	14.3	0.5	0.2	0.6
泥	4.2	7.0	63.3	2.7	2.0	1.4

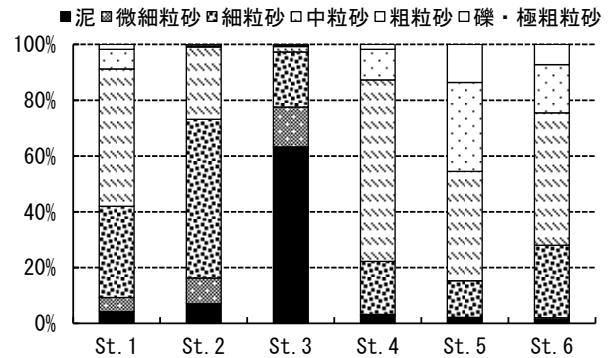


图 6-2. 十三湖底質分析結果 (2024 年 7 月)

表 4-3. 十三湖底質分析結果 (2024 年 9 月)

調查地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	0.8	0.7	1.9	1.0	1.3	0.6
含水率 (%)	38.2	26.4	59.6	19.1	20.0	20.3
乾泥率 (%)	61.8	73.6	40.4	80.9	80.0	79.7
強熱減量 (%)	4.9	2.6	10.6	1.8	1.9	1.9
礫・極粗粒砂	4.9	0.9	0.0	2.5	4.6	4.2
粗粒砂	6.6	0.3	0.1	11.9	17.0	14.0
中粒砂	16.4	25.1	0.8	65.0	43.1	42.0
細粒砂	35.9	63.2	10.7	17.6	28.8	35.9
微細粒砂	22.2	6.5	14.5	0.2	1.3	0.7
泥	14.0	4.0	73.9	2.8	5.2	3.2

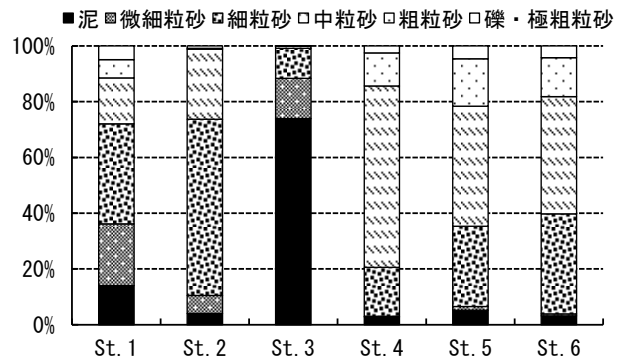


图 6-3. 十三湖底質分析結果 (2024 年 9 月)

表 5-1. 小川原湖ベントス分析結果 (2024 年 5 月)

調査月日		2024年5月9日													
調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	エクマンバージ2回分 (0.045m ²)当たりの個体数と湿重量								
水深 (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	合計		平均						
ベントス現存量	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
紐形動物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	28	10.36	24	18.01	58	28.30	71	28.28	170	55.03	58	46.17	
		シジミ属の一種	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		腹足綱	18	0.33	49	0.69	4	0.08	9	0.17	12	0.18	2	0.03	
環形動物	多毛綱	-	31	0.25	28	0.09	11	0.07	13	0.05	36	0.09	41	0.11	
	貧毛綱	-	48	0.05	141	0.14	-	-	-	-	12	0.01	201	0.21	
	ヒル綱	-	-	-	-	-	-	1	0.00	2	0.00	-	3	0.01	
節足動物	甲殻綱	スナウミナナフシ科	-	-	-	-	-	4	0.08	-	-	-	4	0.08	
		その他の等脚目	1	0.00	-	-	-	-	-	2	0.01	-	3	0.01	
		タナイス目	-	-	-	1	0.00	1	0.00	5	0.04	-	7	0.04	
	昆虫綱	ユスリカ科	10	0.04	25	0.09	9	0.02	61	0.04	6	0.01	66	0.04	
		その他	-	-	-	1	0.01	-	-	-	-	1	0.00	2	0.02

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 5-2. 小川原湖ベントス分析結果 (2024 年 7 月)

調査月日		2024年7月9日												
調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	エクマンバージ2回分 (0.045m ²)当たりの個体数と湿重量							
水深 (m)	3.7	4.1	4.1	4.5	3.9	3.5	合計		平均					
ベントス現存量	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	-	-	2	0.00	-	-	-	-	-	-	2	0.00
紐形動物	-	-	2	0.01	2	0.02	1	0.00	1	0.00	1	0.00	16	0.01
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	29	7.39	58	26.21	124	30.97	98	17.53	152	91.07	65	27.34
		シジミ属の一種	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		腹足綱	7	0.05	29	0.23	1	0.00	8	0.07	3	0.01	38	0.16
環形動物	多毛綱	-	18	0.08	42	0.10	1	0.00	18	0.04	4	0.02	13	0.04
	貧毛綱	-	6	0.01	66	0.05	4	0.00	-	-	-	-	76	0.06
	ヒル綱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
節足動物	甲殻綱	スナウミナナフシ科	-	-	1	0.01	1	0.01	1	0.01	1	0.01	3	0.02
		その他の等脚目	-	1	0.00	-	-	1	0.00	-	-	-	2	0.00
		タナイス目	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	昆虫綱	ユスリカ科	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 5-3. 小川原湖ベントス分析結果 (2024 年 9 月)

調査月日		2024年9月12日												
調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	エクマンバージ2回分 (0.045m ²)当たりの個体数と湿重量							
水深 (m)	2.5	3.8	3.7	4.0	3.5	2.6	合計		平均					
ベントス現存量	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紐形動物	-	-	2	0.00	1	0.00	-	-	-	-	6	0.03	9	0.03
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	85	39.08	32	17.51	42	27.89	79	24.32	83	38.01	37	21.77
		シジミ属の一種	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		腹足綱	16	0.26	83	1.18	25	0.38	39	0.44	32	0.30	131	1.55
環形動物	多毛綱	-	210	0.47	123	0.21	49	0.06	52	0.17	23	0.07	99	0.17
	貧毛綱	-	42	0.02	77	0.05	34	0.02	3	0.00	-	-	13	0.01
	ヒル綱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169	0.10
節足動物	甲殻綱	スナウミナナフシ科	2	0.01	-	-	2	0.03	3	0.01	-	-	7	0.04
		その他の等脚目	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.00
		タナイス目	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	昆虫綱	ユスリカ科	-	-	-	-	-	2	0.00	-	-	-	2	0.00
		その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.00

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

十三湖における夏期の水温と塩分の連続観測

田澤 亮・静 一徳

目的

十三湖の主要水産物であるヤマトシジミの再生産には適度な水温と塩分が必要とされる一方で、極端な高水温や高・低塩分はへい死や再生産不調の要因となる。ここでは、十三湖における夏期の水温及び塩分を把握するため、自記式水温塩分計によるこれらの連続観測を行ったので結果を報告する。

材料と方法

1. 観測期間

観測は2024年6月～9月に実施した。

2. 観測地点

十三湖中央部（北緯41° 01' 39"、東経140° 21' 00"（世界測地系）、漁場水深約1.0m）で観測した（図1）。

3. 観測方法

観測地点に設置された浮標にJFEアドバンテック社製小型メモリー水温・塩分計（COMPACT-CT）を湖面下0.8mにセンサー部分がくるように垂下し、10分間隔で観測した。

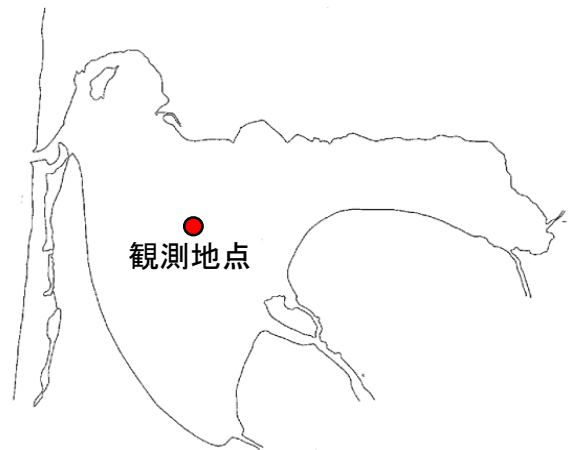


図1. 十三湖の水温・塩分観測地点

結果と考察

観測結果を表1及び図2に示す。

1. 水温

ヤマトシジミの水温耐性について、長期間（30日間）において生息可能な上限温度は32℃とされている¹⁾が、今回の観測で日平均水温、10分毎の観測値ともに32℃を超えることはなかった。

また、網走湖ではヤマトシジミの正常な産卵には水温22.5℃以上が必要とされており²⁾、今回の観測で日平均水温が22.5℃以上の日が最も長く継続したのは7月29日から9月16日までの50日間、次いで7月9日から7月26日までの18日間だった。

2. 塩分

ヤマトシジミの塩分耐性について、水温15～28℃では0～20psuまでの低塩分域で長期間生存可能であり、24psu以上の高塩分域では14日間以上の長期の生存は不可能であると考えられている³⁾ほか、水温条件に関係なくシジミが長期間生存可能な塩分範囲は1.5～22psuと考えられている⁴⁾が、今回の観測で日平均塩分が22psuを超えた日は6月10日のみだった。10分毎の観測値では6月7日から6月13日までと6月23日に断続的に22psuを超えたが継続時間の最長は6月10日の14時間40分だった。

また、網走湖では正常な産卵には塩分2.3psu以上が必要とされている²⁾ほか、宍道湖産ヤマトシジミを用いた発生実験では受精からベリジャー幼生までは0.5～18psuで、ベリジャー幼生から着底稚貝までは2～18psuで発生が進むが、稚貝が50%以上生残した時の塩分は2～8psuであったことが報告されている⁵⁾。今回の観測で日平均塩分が2psu未満となった日は、7月上旬～中旬に11日、7月下旬～8月中旬に25日、8月下旬～9月上旬に8日あり、8psuを超えた日は、6月上旬～下旬に20日、8月下旬に2日、9月中旬～下旬に13日あった。

3. まとめ

今回の調査で湖内中央部では、ヤマトシジミのへい死要因となるような水温と塩分はほぼ観測されなかった。一方で、ヤマトシジミの再生産不調に繋がるような低塩分が7月上旬～8月中旬に継続して観測されたが、十三湖は地点による塩分変動の特徴が大きく異なり^{6, 7)}、同時期に当所が湖内6定点で実施した水質調査⁸⁾では、水戸口～湖内最深部で平年よりも高い塩分が観測されていることから、今回、湖内中央部で観測された低塩分がヤマトシジミ資源に影響を与えたどうかについては、今後実施する資源量調査の結果などを注視する必要がある。

表 1. 十三湖の水温・塩分観測（10分毎）結果

	(°C)					
	平均水温	最低水温	最高水温	平均塩分	最低塩分	最高塩分
6月	21.1	14.1	26.3	10.0	1.9	33.6
7月	24.3	20.2	28.8	1.7	0.1	7.5
8月	26.6	23.0	30.0	2.3	0.1	23.4
9月	23.3	17.7	27.8	6.3	0.1	21.8

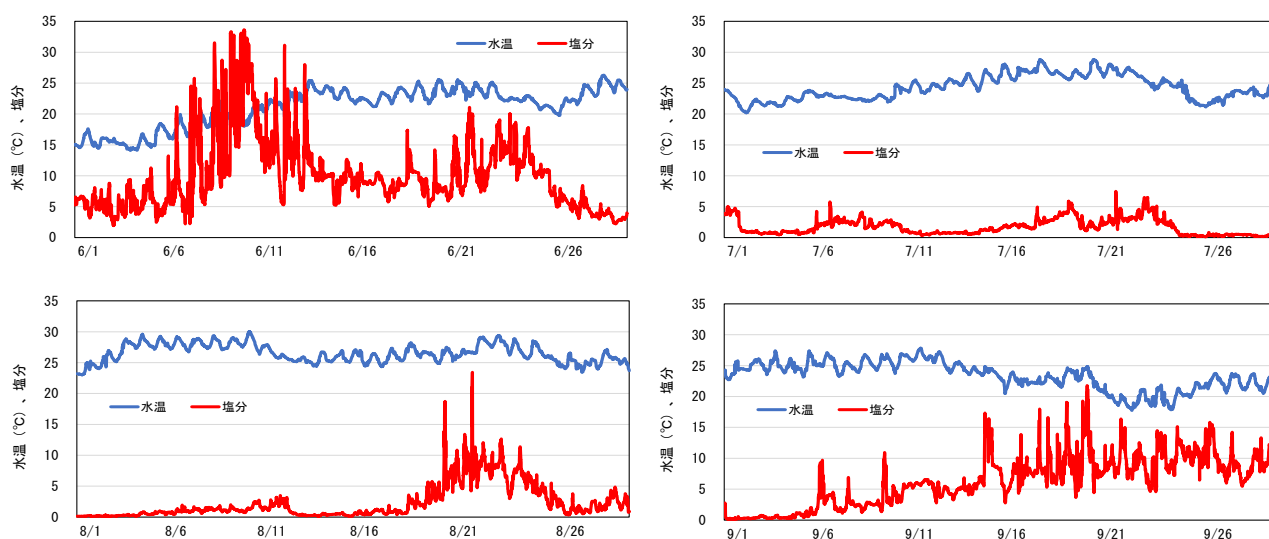


図 2. 十三湖の水温・塩分観測（10分毎）結果

謝 辞

調査においては十三漁業協同組合、車力漁業協同組合から多大な御協力をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

文 献

- 1) 中村幹雄・品川 明・中尾 繁 (1996) ヤマトシジミの温度耐性. 水産増殖, 44, 267-271.
- 2) 馬場勝寿 (2000) 網走湖におけるヤマトシジミの産卵状況. 北水試だより, 48, 1-5.
- 3) 中村幹雄 (2022) ヤマトシジミの生物学, 155-159.
- 4) 中村幹雄・安来 茂・高橋文子・品川 明・中尾 繁 (1996) ヤマトシジミの塩分耐性. 水産増殖, 44, 31-35.
- 5) 中村幹雄 (2022) ヤマトシジミの生物学, 97-100.
- 6) 長崎勝康 (2023) 十三湖における 2009 年～2011 年夏期の水温と塩分の観測結果. 青森県産業技術センター内水面研究所事業報告集, 2, 72-79.
- 7) 静 一徳・蛭名政仁・相坂幸二 (2024) 十三湖における 2013 年～2014 年の水温と塩分の連続観測. 青森県産業技術センター内水面研究所事業報告集, 4, 82-89.
- 8) 静 一徳・田澤 亮 (2026) 漁業公害調査指導事業. 2024 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 89-103.

小川原湖産水産物の安全・安心確保対策事業

静 一 徳

目 的

小川原湖における水産物の異臭（2-メチルイソボルネオール、以後 2-MIB）被害軽減のため、リアルタイム PCR による異臭産生糸状藍藻のモニタリングを実施し、関係者へ情報提供するとともに、発生に関係する水質等を調査する。

材料と方法

(1) 調査月日

2024 年 4 月～2025 年 3 月

(2) 採水場所・水深（図 1）

湖南：0m、5m、湖中央：0m、5m、10m、湖北：0m、5m、姉沼：0m、内沼：0m

(3) 調査体制

内水面研究所、北里大学

(4) 調査頻度

月 1 回、結氷した場合は中止

(5) 調査内容

各定点において、水深 0m はボトルで水面下 10cm より湖水を直接採水し、水深 5m、10m はバンドーン採水器により採水した。サンプルを冷蔵下で研究所に搬送後、当日中に各サンプル 400ml を 0.22 μ m Sterivex® filter (EMD Millipore Corp., USA) で濾過した。濾過したフィルターサンプルは DNA 抽出まで -20℃ で冷凍保存した。

(6) 分析方法

DNA 抽出は DNeasy® PowerSoil Pro Kit (QIAGEN, Germany) で行った。抽出した DNA 溶液は分析まで -80℃ で冷凍保存した。シアノバクテリアの 2-MIB 合成酵素遺伝子（2-MIB シクラーゼ遺伝子）の TaqMan® qPCR のため開発されたプライマーとプローブ（CRTf, CRTr, Ctaq）¹⁾ を使用した。TaqMan® qPCR にはマスターミックスとして TaqPath™ qPCR Master Mix, CG (Applied Biosystems, USA)、機器として StepOne™ リアルタイム PCR システム (Applied Biosystems, USA) を使用した。定量は検量線法で行った。小川原湖では *Pseudanabaena* 以外の 2-MIB 産生シアノバクテリアは確認されていないため²⁾、標準サンプルとして、抽出に供した糸状体数が既知の *Pseudanabaena* sp. AIFI-4 株²⁾ の抽出 DNA を使用し、*Pseudanabaena* sp. AIFI-4 株の 100 μ m 糸状体の本数に換算して定量した。濾過湖水量等を加味して湖水 1 mL あたりの糸状体密度（本/mL）を算出した。

(7) 結果報告

結果は調査から原則 2 日以内に関係者へ報告した。

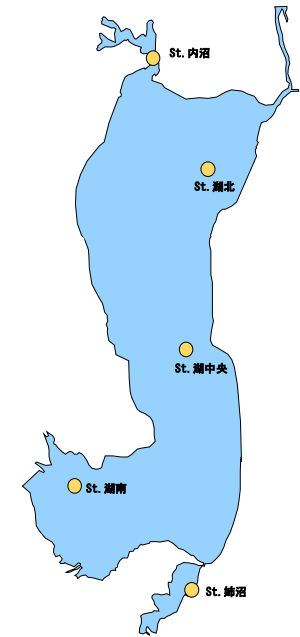


図 1. 調査定点図

結果と考察

2024 年 4 月～2025 年 3 月に計 11 回のモニタリングを実施した。

小川原湖では 6 月以外の全調査月で検出された（図 2）。8 月に全サンプル平均 108 本/mL で今年度の最大値であった。9 月以降は平均 10 本/mL～33 本/mL の低密度で横ばい状況が継続した。

姉沼では8月に4本/mL出現し、例年と同様に小川原湖とは独立した出現動向を示した。大規模な増殖はみられなかった。

内沼では例年と同様に小川原湖とほぼ同時期に検出されたものの挙動は異なっていた。9月～12月に279本/mL～743本/mLで小川原湖と比較して非常に高密度であり、11月にピークを示した。3月には1本/mLとなり12月から大幅に減少した。

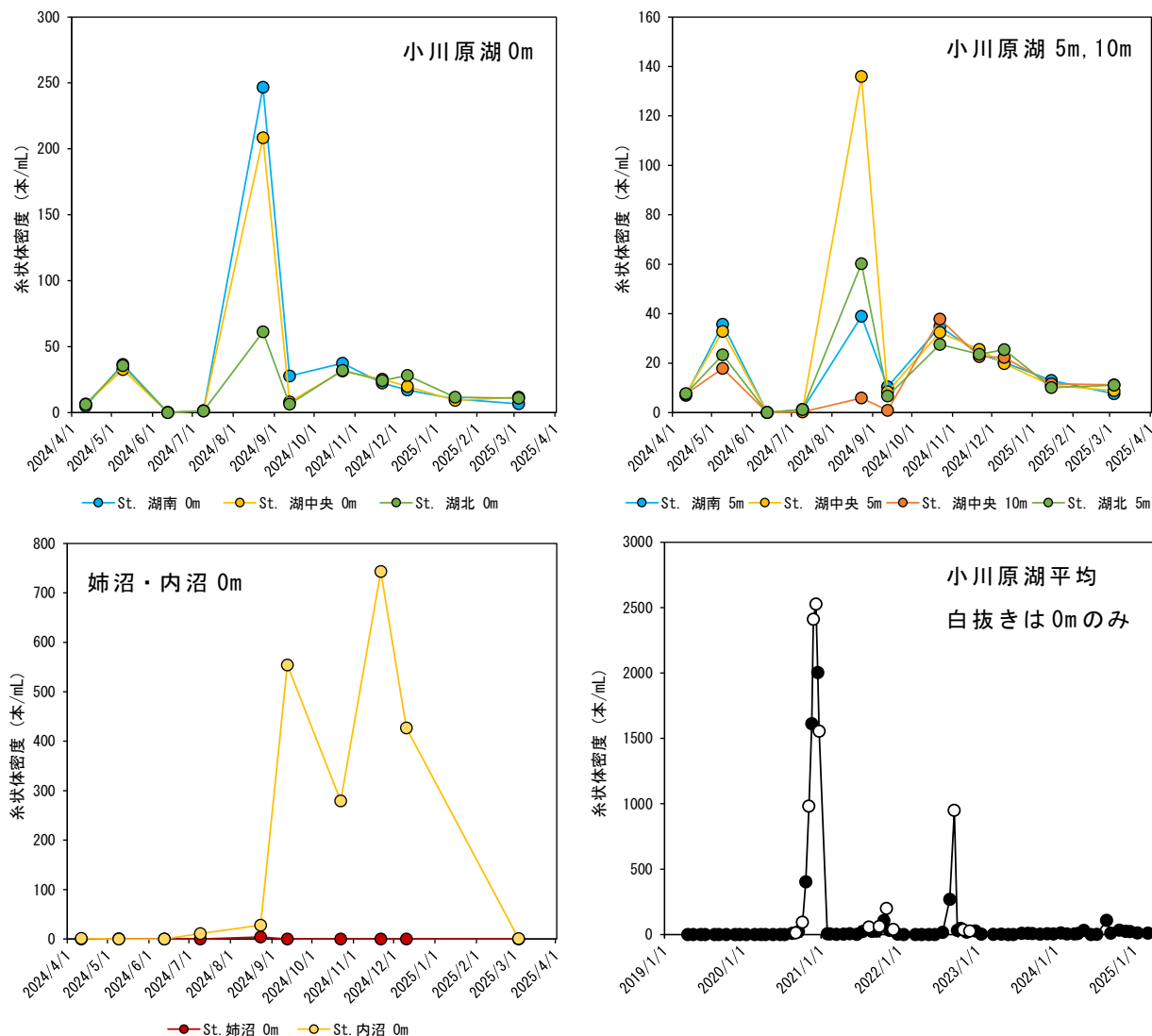


図 2. 2-MIB 産生シアノバクテリア糸状体密度 (*Pseudanabaena* sp. AIFI-4 株換算)

謝 辞

調査においては小川原湖漁業協同組合、北里大学に多大な協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

文 献

- 1) Wang, Z., G. Song, J. Shao, W. Tan, Y. Li and R. Li (2016) Establishment and field applications of real-time PCR methods for the quantification of potential MIB-producing cyanobacteria in aquatic systems. *Journal of applied phycology*, 28, 325-333.
- 2) Shizuka, K., M. Ikenaga, J. Murase, N. Nakayama, N. Matsuya, W. Kakino, H. Taruya and N. Maie (2020) Diversity of 2-MIB-Producing cyanobacteria in Lake Ogawara: microscopic and molecular ecological approaches. *Aquaculture science*, 68, 9-23.

湖沼のカビ臭原因菌の生態学的多様性に着目した発生予測と ファージレメディエーション事業

静 一徳・池永 誠¹・中山 奈津子²・眞家 永光³

目 的

湖沼で水産物の異臭着臭を引き起こす 2-MIB 産生シアノバクテリアによる漁業被害軽減のため、2-MIB 産生シアノバクテリアの株レベルの動態解明、定量的予察モデル開発、ファージによる増殖抑制技術（ファージレメディエーション）開発を行う。

材料と方法

1. 2-MIB 産生シアノバクテリアの動態解明

(1) 研究体制

内水面研究所：湖水サンプリング、水質測定、単離株確立、定量解析

北里大学：湖水サンプリング、水質測定、栄養塩分析、溶存有機物の蛍光組成分析

鹿児島大学：プライマー設計、菌叢解析、定量解析

(2) 研究方法

小川原湖の湖水からピペット洗浄法により 2-MIB 産生 *Pseudanabaena* 様糸状シアノバクテリアを単離する。小川原湖からの単離株、他機関からの分譲株の 2-MIB 合成関連遺伝子配列をシーケンスしデータベースを拡充する。拡充したデータベースを元に 2-MIB 産生シアノバクテリアを株レベルで識別可能なプライマーを設計する。設計したプライマーを用いた分子生態学的手法により小川原湖における 2-MIB 産生シアノバクテリアの株レベルの中長期的時系列を明らかにする。

2. 定量的予察モデル開発

(1) 研究体制

内水面研究所：水質測定、微生物群集解析、定量解析、予察モデル開発

北里大学：水質測定、栄養塩分析、溶存有機物の光学特性分析

鹿児島大学：菌叢解析、定量解析

(2) 研究方法

環境データ、2-MIB 産生シアノバクテリアの湖水中密度データの統計解析により、湖水中 2-MIB 産生シアノバクテリア密度の定量的予察モデルを開発する。

3. バクテリアファージによる増殖抑制技術開発（ファージレメディエーション）

(1) 研究体制

内水面研究所：湖水・底泥サンプリング

北里大学：湖水・底泥サンプリング

水産教育・研究機構：ファージ分離・精製・性状解析

(2) 研究方法

¹ 鹿児島大学学術研究院農水産獣医学域農学系

² 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所

³ 北里大学獣医学部

異なる時期、地点より採取した湖水、底質から 2-MIB 産生シアノバクテリアに感染するファージを分離・精製する。分離したファージについてゲノム解析を実施する。感染培養試験によりファージ感染が 2-MIB 産生シアノバクテリアの増殖に及ぼす影響を評価する。小川原湖内の底質中の 2-MIB 産生シアノバクテリア密度の高い区域の探索を行う。

結果と考察

1. 2-MIB 産生シアノバクテリアの動態解明

昨年度開発した網羅的菌叢解析を行うためのプライマーにより、小川原湖における 2-MIB 産生 *Pseudanabaena* の菌株組成の中長期時系列を取得した結果、環境条件による主要菌の競争が動的変化を引き起こし、特定の菌株が増減することで菌叢分布に年次変動が生じることを明らかにした。

2. 定量的予察モデル開発

2-MIB 産生 *Pseudanabaena* の *cnbB* 遺伝子を標的として開発した定量 PCR 用プライマーにて、中長期サンプルの定量を行った結果、2-MIB 産生シアノバクテリアの *mic* 遺伝子を標的とした既存のプライマー¹⁾ とほぼ同等の定量値が得られ、小川原湖における主要な 2-MIB 産生種が *Pseudanabaena* であること、両プライマーによる定量値の妥当性が支持され、定量的予察モデル開発に資する信頼性の高いデータセットが得られた。

3. バクテリアファージによる増殖抑制技術開発（ファージレメディエーション）

小川原湖の湖水および底泥中に 2-MIB 産生 *Pseudanabaena* に感染するファージが存在することを確認した。2-MIB 産生 *Pseudanabaena* の培養株の中にファージが溶原化している株が存在することを確認した。また、オゾンナノバブル処理にて物理刺激を与え、溶原化サイクルへの誘導を試みたが、感染確認には至らなかった。手法確立には課題が残されたが、本研究により、2-MIB 産生 *Pseudanabaena* に感染するファージは確認されたことから、ファージ感染を利用した制御の可能性が示された。

謝 辞

調査においては小川原湖漁業協同組合に多大な協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。本研究は JSPS 科研費 22H02479 の助成を受けて行った。

文 献

- 1) Wang, Z., G. Song, J. Shao, W. Tan, Y. Li and R. Li (2016) Establishment and field applications of real-time PCR methods for the quantification of potential MIB-producing cyanobacteria in aquatic systems. *Journal of applied phycology*, 28, 325-333.

小川原湖におけるヤマトシジミ浮遊幼生調査

小川原湖漁業協同組合青年部・青森県三八地方水産事務所

目的

小川原湖におけるヤマトシジミの発生機構と現存量との関係を明らかにするために、浮遊幼生の発生状況（時期、場所、数量）を把握する。

材料と方法

(1) 調査期間

2024年7月11日から9月5日まで、計8回。

(2) 調査場所

調査地点は湖内11地点（図1）とした。調査水深はSt.1、St.6、St.7、St.10は表層、St.2、St.3、St.5、St.8、St.11は表層及び2m層、St.4、St.9は表層、5m層及び10m層とした（全20層）。

(3) 調査方法

浮遊幼生は、調査地点の各水深で湖水20リットルをポンプで汲み上げ、目合64ミクロンのプランクトンネットで濾して採取し、エタノールで固定して持ち帰った。サンプルは万能投影機を使用して全量を計数後、湖水1トンあたりの浮遊幼生出現数を算出した。水温、塩分及び溶存酸素はYSI社製Pro2030 D0/ECメーターを使用し、透明度は直径30cmの白色円板を使用して観測した。

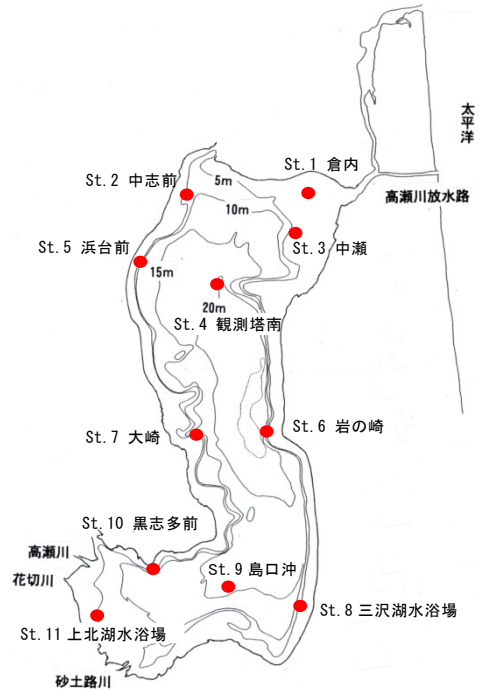


図1. 調査地点

結果と考察

(1) 浮遊幼生分布調査

浮遊幼生分布調査結果を表1に示した。浮遊幼生は、調査開始時の7月上旬から確認され、7月下旬から上旬に多く出現した。8月中旬以降は出現数が減少し、調査終了時の9月上旬には浮遊幼生が確認できなかった。出現数は8月1日に最も多く確認され、全調査地点の平均値は12,145個/トンで、最高値は7月25日のSt.3中瀬2m層の47,700個/トンだった。

表1. ヤマトシジミ浮遊幼生分布調査結果（2024年度）

St	調査地点	調査水深	7/11	7/19	7/25	8/1	8/8	8/16	8/22	8/29	9/5
1	倉内(水深2m)	表層	400	0	11,650	13,050	0	-	150	0	0
		2m	0	50	1,700	4,900	0	-	-	0	0
2	中志(水深5m)	表層	50	0	9,100	13,900	50	-	1,350	0	0
		2m	0	50	1,700	4,900	0	-	-	0	0
3	中瀬(水深5m)	表層	50	0	4,750	4,850	0	-	0	0	0
		2m	150	0	47,700	9,350	0	-	-	0	0
4	観測塔(水深15m)	表層	250	0	11,000	10,950	0	-	250	0	0
		5m	450	0	15,450	12,200	0	-	-	50	0
		10m	250	50	21,000	4,600	0	-	-	-	0
5	浜台(水深5m)	表層	300	0	2,950	20,850	0	-	150	0	0
		2m	550	0	23,700	13,350	50	-	-	0	0
6	岩の崎(水深2m)	表層	200	0	14,500	18,200	100	-	0	150	0
7	大崎(水深3m)	表層	200	0	3,300	14,150	100	-	0	0	0
8	三沢海水浴場(水深5m)	表層	300	0	16,800	2,400	0	-	0	0	0
		2m	300	0	26,800	5,700	200	-	-	250	0
9	島口沖(水深17m)	表層	300	0	1,900	2,900	0	-	0	0	0
		5m	700	0	8,750	3,800	100	-	-	50	0
		10m	2,250	0	50	17,450	0	-	-	-	0
10	黒志多(水深2m)	表層	850	100	250	44,800	0	-	0	0	0
11	上北海水浴場(水深5m)	表層	300	0	8,700	13,200	50	-	0	0	0
		2m	600	0	5,750	12,300	0	-	-	-	0
平均			423	10	11,790	12,145	33	-	173	28	0

※8/16は漁協休業日のため調査なし、8/22は調査機材の故障により表層のみ測定、8/29は採水ホースの長さが不足したためSt.4及びSt.9の10m層は欠測

(2) 環境調査

浮遊幼生出現数と表層水温及び塩分の推移を図2及び図3に、調査地点ごとの測定結果を付表1-1及び付表1-2に示した。

①水温

調査期間中の表層水温は24.0℃～28.2℃の範囲で推移した(図2)。表層水温は、全ての期間で産卵に適した23℃以上となり、さらに、7月中旬から調査終了まで26.0℃を超えており、昨年度と同様に例年よりかなり高かった。

②塩分

ヤマトシジミの産卵に好適な塩分は2～12(最適塩分:2～6)であるが、調査地点における塩分(全層平均)は1.8～2.7の範囲で推移し、全期間を通して例年よりも塩分がかなり高めであった。(図3、付表:塩分)。

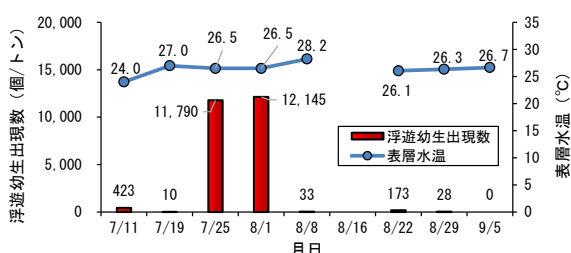


図2. 2024年度の表層水温と浮遊幼生出現数の推移
(全調査地点平均)

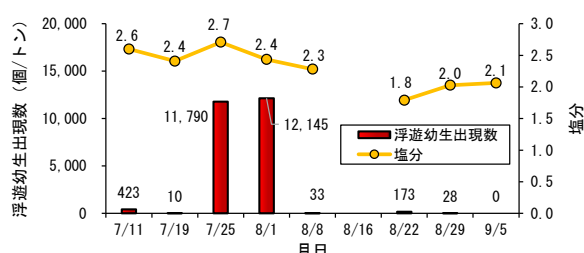


図3. 2024年度の塩分と浮遊幼生出現数の推移
(全調査地点平均)

(3) 考察

2024年度の小川原湖におけるヤマトシジミの浮遊幼生は、7月25日から8月1日をピークに出現した。水温・塩分は全期間を通して例年よりもかなり高かった。

調査期間中の過去10年平均の出現数は757個/トンで、2024年度は3,075個/トンと、過去10年平均では平成27年度の4,014個/トンに次いで2番目に高い出現数となっている。(地独)青森県産業技術センター内水面研究所による現存量調査結果では、2023年度及び2024年度の資源量が増加しており、今後の資源回復が期待されるが、高水温や貧酸素など依然として湖内環境は厳しい状況にあることから、引き続き湖内環境を注視するとともに、資源管理対策として禁漁区域の設定を行い、効果的・効率的な種苗生産・放流を継続していくことが重要であると考えられる。

付表 1-1. 環境調査結果：水温・塩分・透明度（2024 年度）

水温			(°C)								
St	調査地点	調査水深	7/11	7/19	7/25	8/1	8/8	8/16	8/22	8/29	9/5
1	倉内(水深2m)	表層	24.3	26.5	26.7	26.1	27.6	-	25.9	26.0	26.3
2	中志(水深5m)	表層	24.8	26.9	27.2	26.4	27.2	-	26.4	26.3	27.6
		2m	23.9	26.9	27.2	26.1	26.9	-	26.4	26.3	27.3
3	中瀬(水深5m)	表層	24.6	26.2	26.8	26.7	28.0	-	25.8	25.9	26.0
		2m	24.0	26.2	26.5	25.8	28.0	-	25.5	25.8	25.9
4	観測塔 (水深15m)	表層	24.4	27.0	26.8	26.6	27.9	-	26.6	26.6	27.0
		5m	23.7	24.3	26.2	25.8	27.9	-	25.3	25.8	25.7
		10m	22.3	20.6	20.0	22.0	20.1	-	20.8	22.7	20.6
5	浜台(水深5m)	表層	24.6	27.3	27.3	26.4	27.9	-	26.9	26.3	28.1
		2m	24.5	27.3	27.2	26.4	27.8	-	26.5	26.3	27.9
6	岩の崎(水深2m)	表層	24.7	26.5	27.0	26.8	28.2	-	26.0	26.7	26.8
7	大崎(水深3m)	表層	24.5	27.3	26.9	26.7	28.2	-	26.2	26.7	26.7
8	三沢海水浴場 (水深5m)	表層	24.3	26.7	25.7	26.0	28.2	-	25.6	26.4	25.4
		2m	23.3	26.5	24.9	25.3	27.8	-	24.5	25.9	24.6
9	島口沖 (水深17m)	表層	24.4	27.3	25.6	26.5	28.7	-	25.5	26.3	26.1
		5m	23.6	23.5	23.8	25.5	24.9	-	24.1	25.7	25.2
		10m	21.4	18.6	22.6	24.5	18.4	-	22.7	22.5	21.7
10	黒志多(水深2m)	表層	24.7	27.8	26.2	26.5	29.5	-	26.3	26.4	26.9
11	上北海水浴場 (水深5m)	表層	24.3	27.9	25.7	26.4	29.2	-	25.5	26.1	26.5
		2m	23.8	27.9	25.7	26.0	26.4	-	25.5	25.9	26.4
平均			24.0	26.0	25.8	25.9	26.9	-	25.4	25.8	25.9

塩分											
St	調査地点	調査水深	7/11	7/19	7/25	8/1	8/8	8/16	8/22	8/29	9/5
1	倉内(水深2m)	表層	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	-	2.3	2.2	2.3
2	中志(水深5m)	表層	2.7	2.7	2.7	2.8	2.7	-	2.4	2.2	2.3
		2m	2.8	2.7	2.7	2.8	2.8	-	2.4	2.2	2.2
3	中瀬(水深5m)	表層	2.8	2.7	2.6	2.8	2.6	-	2.2	2.2	2.3
		2m	2.8	2.7	2.7	2.8	2.6	-	2.2	2.2	2.3
4	観測塔 (水深15m)	表層	2.7	2.7	2.7	2.8	2.5	-	2.2	2.2	2.3
		5m	2.7	2.8	2.7	2.8	2.5	-	2.4	2.2	2.3
		10m	2.8	4.0	4.1	3.8	4.5	-	5.0	4.0	5.2
5	浜台(水深5m)	表層	2.7	2.7	2.6	2.8	2.5	-	2.3	2.2	2.3
		2m	2.7	2.7	2.6	2.8	2.5	-	2.3	2.2	2.3
6	岩の崎(水深2m)	表層	2.7	2.3	2.7	2.5	2.4	-	1.8	2.1	2.1
7	大崎(水深3m)	表層	2.7	2.6	2.7	2.5	2.4	-	2.0	2.2	2.2
8	三沢海水浴場 (水深5m)	表層	2.5	2.1	2.6	1.9	2.0	-	1.5	1.9	1.9
		2m	2.6	2.1	2.6	2.1	2.0	-	1.9	2.0	1.9
9	島口沖 (水深17m)	表層	2.5	2.0	2.5	1.9	1.8	-	0.9	1.8	1.8
		5m	2.5	2.6	2.9	2.2	2.8	-	2.8	2.1	2.2
		10m	2.7	4.0	3.1	2.6	5.0	-	3.7	3.8	4.4
10	黒志多(水深2m)	表層	2.6	2.1	2.5	2.1	1.9	-	1.3	1.8	1.7
11	上北海水浴場 (水深5m)	表層	1.3	1.9	2.6	1.9	1.6	-	0.8	1.5	1.5
		2m	2.0	2.1	2.6	2.2	2.4	-	0.8	1.7	1.5
平均			2.6	2.6	2.7	2.5	2.6	-	2.2	2.2	2.4

透明度			(m)								
St	調査地点		7/11	7/19	7/25	8/1	8/8	8/16	8/22	8/29	9/5
St.1	倉内		2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	-	2.5	1.5	2.5
St.2	中志		2.0	3.0	2.0	3.0	4.0	-	2.5	1.5	1.5
St.3	中瀬		2.0	3.5	2.0	2.5	5.0	-	2.5	1.5	2.0
St.4	観測塔		2.5	3.5	2.0	2.5	4.0	-	3.0	2.0	2.5
St.5	浜台		2.0	3.5	2.5	3.0	4.5	-	2.5	1.5	1.5
St.6	岩の崎		2.5	2.5	2.0	2.5	4.0	-	2.0	2.0	1.5
St.7	大崎		2.0	1.0	1.5	2.0	3.0	-	2.0	1.5	1.5
St.8	三沢海水浴場		2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	-	2.0	1.5	2.0
St.9	島口沖		2.0	2.5	2.0	2.0	2.5	-	2.0	1.5	1.5
St.10	黒志多		2.5	2.0	2.0	1.5	2.0	-	1.5	1.5	1.5
St.11	上北海水浴場		1.5	2.0	2.5	1.5	2.0	-	2.0	1.5	1.5
平均			2.1	2.5	2.1	2.3	3.3	-	2.2	1.6	1.8

付表 1-2. 環境調査結果：溶存酸素（2024 年度）

溶存酸素飽和度(%)			(%)								
St	調査地点	調査水深	7/11	7/19	7/25	8/1	8/8	8/16	8/22	8/29	9/5
1	倉内(水深2m)	表層	92.4	97.8	87.8	87.2	83.4	-	98.7	101.7	92.5
		2m	97.2	101.3	88.7	94.1	82.2	-	101.8	106.5	103.9
2	中志(水深5m)	表層	98.6	103.2	88.7	93.3	81.7	-	102.1	109.4	107.0
		2m	93.6	100.9	90.0	93.0	91.4	-	102.0	105.5	94.8
3	中瀬(水深5m)	表層	93.8	102.2	84.6	89.2	91.3	-	100.7	104.0	96.8
		2m	93.2	100.7	86.5	90.5	89.6	-	101.6	106.6	97.8
4	観測塔 (水深15m)	表層	97.5	104.9	84.4	89.0	92.0	-	91.5	98.7	92.4
		5m	73.8	1.3	0.8	1.5	1.1	-	1.2	7.2	0.8
		10m	99.0	104.3	91.5	91.2	91.4	-	103.4	105.7	98.7
5	浜台(水深5m)	表層	101.3	101.0	91.6	89.5	91.7	-	100.9	108.5	101.4
		2m	95.9	116.0	89.7	104.9	93.6	-	113.3	107.9	105.4
6	岩の崎(水深2m)	表層	98.1	103.6	91.0	100.4	92.8	-	109.2	110.0	102.4
7	大崎(水深3m)	表層	106.1	119.0	84.3	115.7	104.2	-	109.3	119.8	112.5
		2m	104.4	122.5	81.9	100.6	106.8	-	94.6	114.1	101.5
8	三沢海水浴場 (水深5m)	表層	114.3	126.4	88.4	125.1	110.4	-	123.0	127.4	118.9
		5m	111.2	95.4	67.3	115.5	31.0	-	77.3	85.2	53.3
		10m	59.9	1.3	52.5	57.2	0.6	-	1.8	16.6	0.7
9	島口沖 (水深17m)	表層	114.7	124.0	96.0	122.8	106.3	-	122.3	132.1	126.7
10	黒志多(水深2m)	表層	101.6	128.1	92.9	125.0	112.5	-	125.3	134.3	131.0
		2m	125.8	112.8	92.4	113.0	73.0	-	127.1	127.8	129.8
平均			98.6	98.3	81.6	94.9	81.4	-	95.4	101.5	93.4

溶存酸素量(mg/l)			(mg/L)								
St	調査地点	調査水深	7/11	7/19	7/25	8/1	8/8	8/16	8/22	8/29	9/5
1	倉内(水深2m)	表層	7.56	7.73	6.92	6.95	6.49	-	7.95	8.14	7.38
		2m	7.94	7.97	6.93	7.47	6.43	-	8.09	8.48	8.09
2	中志(水深5m)	表層	8.18	8.13	6.93	7.43	6.42	-	8.11	8.73	8.38
		2m	7.67	8.06	7.10	7.29	7.05	-	8.20	8.47	7.61
3	中瀬(水深5m)	表層	7.72	8.13	6.70	7.16	7.04	-	8.15	8.37	7.75
		2m	7.69	7.91	6.81	7.14	6.93	-	8.02	8.47	7.69
4	観測塔 (水深15m)	表層	8.12	8.64	6.72	7.14	7.13	-	7.41	7.94	7.50
		5m	6.26	0.11	0.07	0.13	0.10	-	0.10	0.60	0.07
		10m	8.06	8.13	7.15	7.23	7.07	-	8.15	8.45	7.61
5	浜台(水深5m)	表層	8.30	7.90	7.16	7.11	7.10	-	8.00	8.65	7.87
		2m	7.86	9.20	7.06	8.27	7.21	-	9.11	8.56	8.33
6	岩の崎(水深2m)	表層	8.06	8.07	7.14	7.93	7.16	-	8.73	8.73	8.10
7	大崎(水深3m)	表層	8.75	9.45	4.83	9.27	8.03	-	8.89	9.55	9.13
		2m	8.76	9.72	6.67	8.15	8.30	-	7.80	9.12	8.34
8	三沢海水浴場 (水深5m)	表層	9.43	9.92	7.13	10.01	8.52	-	10.02	10.17	9.53
		5m	9.31	8.03	5.59	9.30	2.54	-	6.37	6.90	4.46
		10m	4.90	0.12	4.44	4.71	0.05	-	0.23	1.03	0.06
9	島口沖 (水深17m)	表層	9.39	9.59	7.61	9.74	8.09	-	9.82	10.53	9.97
10	黒志多(水深2m)	表層	8.44	9.80	7.49	9.95	8.46	-	10.13	10.86	10.46
		2m	10.49	9.05	7.43	8.96	5.83	-	10.35	10.20	10.38
平均			8.10	7.80	6.40	7.60	6.30	-	7.70	8.10	7.40

付表 2. 2014 年度～2024 年度の浮遊幼生出現数の推移（全地点平均）

	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
7月第1週					0		0	11	0		
7月第2週	423	10	128	9	0	0	0	270	208	605	
7月第3週	10	318	146	0	0	5	0	0	0	23,163	0
7月第4週	11,790	118	2,553	8	0	0	0	1,538	75	1,705	815
7月第5週	12,145	140	125		10	3	0	39	25	20	5,323
8月第1週	33	0	980	20	73	38	8	118	253	1,180	370
8月第2週		1,875	435		61		3	67	3,810		
8月第3週	173	2,845	77	721	180	42	0	10	803	3,960	215
8月第4週	28	85	5	5	14	0	0	83	803		238
9月第1週	0	903	3	6		5,443	73	150	258	753	26
9月第2週		340	8	0	438	123	13	550	1,548		78
9月第3週		0	13		218			440		725	35
9月第4週					0	33					
全期間平均	3,075	603	406	96	83	569	9	298	707	4,014	789
過去10年平均						757					

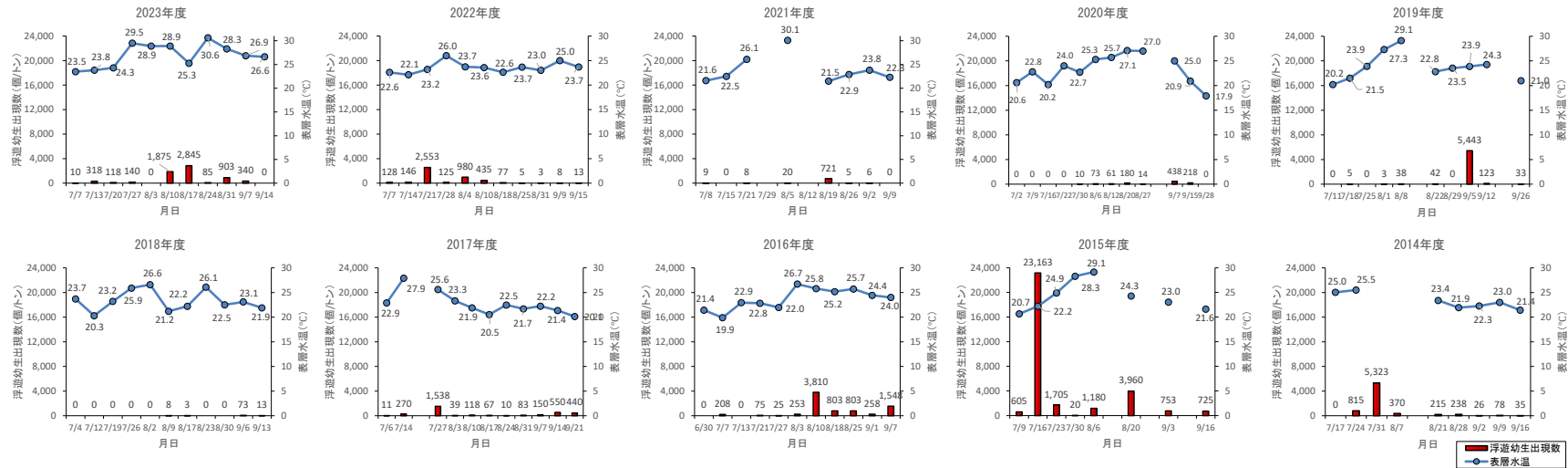


図 4. 2014 年度～2023 年度の表面水温と浮遊幼生出現数の推移（全地点平均）

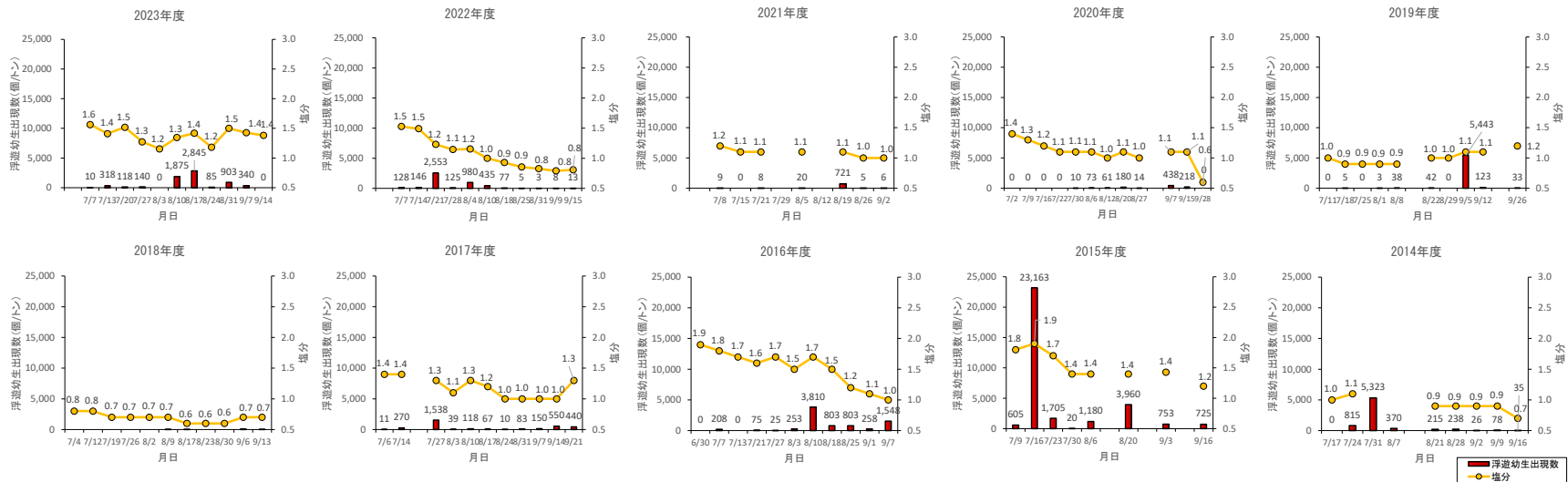


図 5. 2014 年度～2023 年度の塩分と浮遊幼生出現数の推移（全地点平均）

内水面研究所の沿革と組織

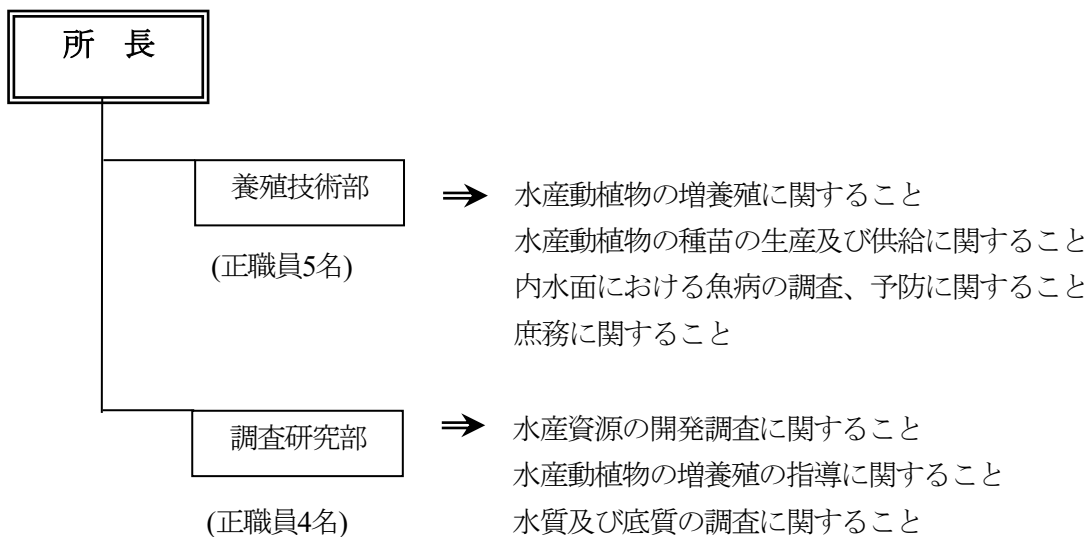
(1) 位 置

青森県十和田市大字相坂字白上 344-10
 (〒034-0041 TEL 0176-23-2405 FAX 0176-22-8041)

(2) 沿 革

1901(明治34)年6月	相坂鮭鱒人工ふ化場を上北郡藤坂村に設置
1927(昭和2)年9月	青森県水産試験場相坂養魚場に改称
1948(昭和23)年5月	青森県水産試験場黒石養魚場を南津軽郡中郷村に設置
1961(昭和36)年4月	青森県水産試験場黒石養魚場を黒石市大字石名坂に移転
1975(昭和50)年9月	オームリ展示室を西津軽郡岩崎村の十二湖に設置
1980(昭和55)年2月	県営赤石川さけます実験ふ化場を西津軽郡鱒ヶ沢町赤石に設置
1981(昭和56)年4月	青森県水産試験場より独立し、青森県内水面水産試験場と改称 黒石養魚場、赤石川さけます実験ふ化場及びオームリ展示室を引き継ぐ 青森県魚病指導総合センターを併設
1983(昭和58)年5月	オームリ展示室を西津軽郡岩崎村へ譲渡
1985(昭和60)年4月	黒石養魚場を黒石市へ譲渡
1993-1994(平成5-6)年度	飼育実験棟の新設
1996(平成8)年4月	青森県魚病指導総合センターを青森県内水面水産試験場に統合
2001(平成13)年4月	青森県水産部が農林部と統合して青森県農林水産部に改称
2001(平成13)年11月	青森県内水面水産試験場の創立100周年記念式典
2003(平成15)年4月	青森県水産試験場が組織統合により青森県水産総合研究センター 内水面研究所に改称
2009(平成21)年4月	地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所と改組・改称
2020(令和2)年度	ふ化棟の改築

(3) 機 構 (2024 年度)



(4) 施 設

名 称	構 造	規 模	内 容
① 庁 舎	鉄筋コンクリート造・2階建て	425 m ²	事務室、会議室、ウイルス検査室、生物測定室等
② 宿 直 室	木造・平屋	114 m ²	宿直室
③ 飼 育 実 験 棟	鉄骨造・平屋	769 m ²	生物工学実験室、生物環境実験室、屋内飼育室、光周期実験室、隔離実験室、採卵魚体処理室、冷凍室、冷蔵室、排水処理室、機械室等
④ ふ 化 棟	鉄骨造・半2階建	285 m ²	ふ化槽、稚魚水槽、紫外線殺菌装置等
⑤ 倉 庫 棟	鉄骨造・半2階建	140 m ²	飼料保管庫、車庫、工作室
⑥ 倉 庫	鉄骨造・平屋	22 m ²	
⑦ 車 庫	鉄骨造・平屋	22 m ²	
⑧ ポ ン プ 舎	コンクリートブロック・平屋	15 m ²	取水ポンプ2.2kw/h 0.1~0.2 m ³ /m 2台
⑨ 倉 庫	鉄筋コンクリート造・平屋	16 m ²	
⑩ 屋 外 試 験 池	コンクリート	2,749 m ²	試験池 185~521 m ² 7面 試験池 35 m ² 1面 試験池 16.5 m ² 20面
⑪ 防 疫 施 設	コンクリート	1,020 m ²	試験池 200 m ² 2面 試験池 16~21 m ² 9面 FRP水槽 0.5~5トﾝ 63面
⑫ 1号、2号池	素掘り		1号池 2号池
⑬ 取 水 ポ ン プ			15kw/h三相式 1.5~3 m ³ /m 1基
⑭ 揚 水 ポ ン プ			7.5kw/h三相式農業用水用 1基
(飼育実験棟内設備) 淡水温度調整装置 自家発電施設 排水除濁ろ過装置 特殊排水処理装置			15t/h 5系統 149kVA 2基 20 m ³ /h 3 m ³ /h

2024 年度 青森県産業技術センター内水面研究所事業報告

発 行 2026 年 5 月

発行所 地方独立行政法人 青森県産業技術センター内水面研究所

〒034-0041 青森県十和田市大字相坂字白上 344-10

TEL 0176-23-2405 FAX 0176-22-8041

<https://www.aomori-itc.or.jp>