

2021 年度

青森県産業技術センター
内水面研究所
事業報告

2023 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

2021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	6
4	資源管理基礎調査事業（ワカサギ、シラウオ）	13
5	「青い森紅サーモン」生産体制強化事業	21
6	海面サーモンの地域特産品化技術事業	24

調 査 研 究 部

7	シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業 (春から秋の中間育成技術開発)	30
	(稚貝越冬方法の開発)	38
8	ヤマトシジミ低水温蓄養の検討	42
9	資源管理基礎調査事業（ヤマトシジミ）	45
10	さけ・ます資源増大対策調査事業（サケ）	47
11	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	59
	サクラマス幼魚回遊生態調査	61
	サクラマス増殖実態調査	62
12	サクラマス資源評価調査	65
13	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	68
14	カワウによる内水面資源の捕食実態の把握	74
15	漁業公害調査指導事業	80
16	小川原湖産水産物の安全・安心確保対策事業	94
17	着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究	97

庶 務 担 当

18	内水面研究所の沿革と組織	100
----	--------------	-----

養殖衛生管理体制整備事業

前田 穰、牛崎 圭輔、沢目 司、松田 忍

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）

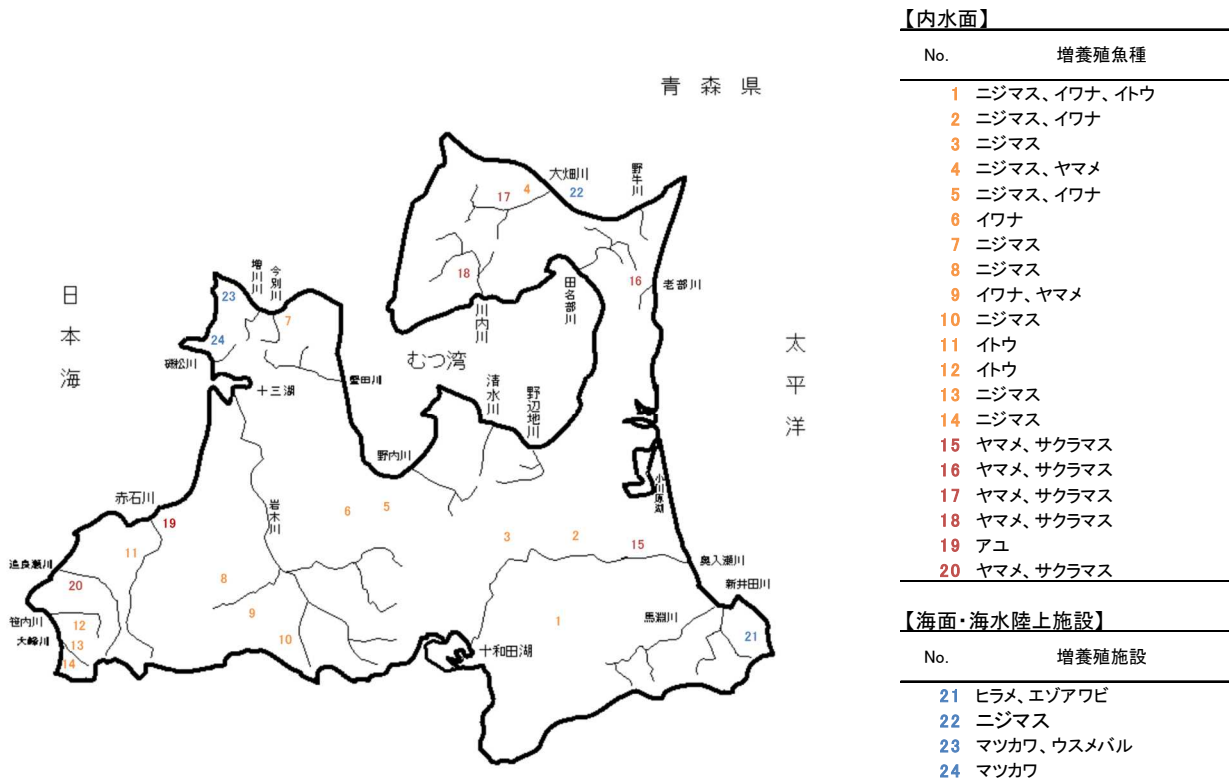


図 1. 主な県内養殖生産施設と主な飼育魚種

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
2022年 3月4日	WEB開催	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)水産資源保護協会	(1)水産防疫の実施状況等 (2)水産防疫対策事業の成果概要 (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
2021年 10月26日～11月18日	書面会議	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)増養研魚病センター、(公社)水産資源保護協会	(1)魚病研究・症例報告 ・養殖カキの大量へい死について (2)情報提供 ・農林水産省消費・安全局 (3)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	福島県 内水面水産試験場

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
2021年 11月2日	WEB会議	青森県、新潟県、富山県、石川県、農林水産省消費・安全局、(国研)増養研魚病センター、(公社)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 (2)情報提供 ・農林水産省消費・安全局 (3)魚類防疫に関する協議 ・ブロック内における魚病問題	秋田県 水産振興センター

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
2022年 3月16日～3月25日	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。サケマス類の治療に用いる抗菌剤の使用について1件、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（魚類防疫支援事業参照）

2021年の診断件数は、内水面では14件で、6魚種から7種類の疾病が確認された。

また、海面では4件で、1魚種から1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、岩木川で採捕したコイを検査した結果、陰性であった。

(3) その他

① アユのエドワジエライクタルリ症

生産した種苗を検査した結果、陰性であった。

② アユの冷水病

生産した種苗を検査した結果、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、牛崎 圭輔、沢目 司、松田 忍

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

公益社団法人日本水産資源保護協会が開催した、魚類防疫士の育成を目的とする研修を受講した。

結 果

1. 魚病診断

検査依頼のあった 18 件について検査を行った。検査は、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、ウイルス検査を行った後に、確定診断を行った。検査の状況は、表 1 のとおりであった。

内水面魚種についての診断件数は 14 件で、6 魚種から 7 種類の疾病が確認された。また、海面魚種についての診断件数は 4 件で、1 魚種から 1 種類の疾病が確認された（表 2）。

月別で見ると、10 月の診断が 4 件と最も多かった（表 3）。

2. 防疫・養殖衛生管理・飼育に関する指導

県内 14 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

内水面研究所職員 1 名が養殖衛生管理技術者養成研修(本科専門コース)を受講した。

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

(2021年1月～2021年12月)

受付日	魚種	発生場所	施設等	外部観察・解剖等	菌分離検査	ウイルス検査	診断結果
2021/1/26	ニジマス	十和田市	淡水養殖施設	肝臓貧血、腸管発赤	サイトファーガ陽性	CHSE-214等陽性	冷水病+IHN
2021/1/28	ニジマス	今別町	種苗生産施設	肝臓貧血、腎臓貧血	サイトファーガ陽性	陰性	冷水病
2021/2/5	サクラマス	深浦町	種苗生産施設	体側にV字出血	未実施	陰性	水腫症
2021/2/18	サケ	野辺地町	種苗生産施設	鰓に長桿菌無し	陰性	陰性	非細菌性鰓病
2021/2/26	ニジマス	深浦町沖	海面養殖施設	異常認められず	サイトファーガ陽性	陰性	冷水病
2021/3/17	マダラ	佐井村沖	天然水域	体表に出血	未実施	未実施	不明
2021/4/1	ニジマス	深浦町	種苗生産施設	肝臓貧血	サイトファーガ陽性	陰性	冷水病
2021/4/7	ニジマス	深浦町	種苗生産施設	体表に長桿菌	サイトファーガ陽性	陰性	冷水病+カラムナリス
2021/5/31	ヒラメ	階上町	種苗生産施設	鰓に長桿菌無し	未実施	陰性	不明
2021/6/11	ヤマメ	田子町	天然水域	腸管発赤	陰性	未実施	不明
2021/6/21	コイ	八戸市	観賞用	体表にイカリムシ	陰性	陰性	イカリムシ
2021/7/17	ニジマス	十和田市	淡水養殖施設	腹鳍基部に出血	サイトファーガ陽性	CHSE-214陽性	冷水病+IHN
2021/7/28	サクラマス	むつ市	種苗生産施設	異常認められず	陰性	陰性	高水温
2021/9/1	カワマス	新郷村	淡水養殖施設	異常認められず	陰性	陰性	不明
2021/10/7	マツカワ	六ヶ所村	種苗生産施設	鰓弁血管に気泡あり	陰性	陰性	ガス症
2021/10/13	コイ	八戸市	観賞用	体表に白点虫	陰性	陰性	白点虫
2021/10/13	キンギョ	八戸市	観賞用	体表に白点虫	陰性	陰性	白点虫
2021/10/15	ウスメバル	平内町	研究機関	鰓粘液が多い	陰性	未実施	不明

表 2. 魚種別疾病別診断件数

(2021年1月～2021年12月)

疾 病 名	魚 種 名										合 計
	ニジマス	サクラマス※	サケ	カワマス	コイ	キンギョ	マダラ	ヒラメ	マツカワ	ウスメバル	
冷水病	3										3
冷水病+カラムナリス	1										1
冷水病+IHN	2										2
イカリムシ					1						1
白点虫					1	1					2
水腫症		1									1
非細菌性鰓病			1								1
ガス症								1			1
高水温		1									1
不明		1		1			1	1		1	5
計	6	3	1	1	2	1	1	1	1	1	18

※ サクラマスには、ヤマメの診断件数も含む

表 3. 魚種別月別診断件数

(2021年1月～2021年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
ニジマス	2	1		2			1						6
サクラマス※		1				1	1						3
サケ		1											1
カワマス									1				1
コイ						1				1			2
キンギョ										1			1
マダラ			1										1
ヒラメ					1								1
マツカワ										1			1
ウスメバル										1			1
計	2	3	1	2	1	2	2	0	1	4	0	0	18

※ サクラマスには、ヤマメの診断件数も含む

十和田湖資源生態調査事業

佐藤晋一・牛崎圭輔・沢目 司・前田 穰

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. 水温観測

十和田湖ふ化場前(係船ロープに垂下)に自記式水温計を設置し、表面水温を観測した。

2. 放流種苗調査

2021年6月14日にヒメマスの放流種苗の魚体測定を行った。

3. 漁獲動向調査

宇樽部、休屋及び大川岱地区の3集荷場におけるヒメマス及びワカサギの毎月の取扱量を調べた。

4. 集荷場調査

2021年4月から11月に月1回、宇樽部集荷場においてヒメマスの魚体測定、採鱗及び標識の確認を1回につき60尾を目標として行った。年齢査定は、鱗輪紋の読み取りから推定し、標識魚(毎年、標識部位を変えて稚魚の一部に鱗カット標識を付して放流)の確認で補完した。年齢は満1~2年を1⁺、満2~3年を2⁺などと標記した。

5. 胃内容物調査

2021年4月から11月に月1回、漁業者が刺網(目合1.7寸)で漁獲し内臓を除去する前のヒメマスを手し、魚体測定、採鱗及び標識の確認を行った。また、食性把握のための消化器官を取り出し10%ホルマリン固定した。

ワカサギは、主漁期の5月及び6月に各1回、ふくべ網で漁獲された個体を手し、ヒメマスと同様に測定等を行った。ヒメマス、ワカサギとも1回につき20~30尾を目標として、取り出した胃内容物の分析用検体は、分析を担当する秋田県水産振興センターに送付した。

6. 親魚調査

2021年9月27日及び10月6日にヒメマスの種苗生産用親魚雌124尾、雄117尾の魚体測定を行った。なお、標識の確認は、採卵に供した雌476尾、雄521尾の全個体について行った。

結 果

1. 水温観測

1月から11月までのデータを取得した。

十和田湖ふ化場前沖での表面水温は、1月から4月は平年並みで推移したものの、6月後半から8月上旬にかけて平年より2度以上高めの期間が続いた。また、11月上中旬や10月中旬もかなり高めとなった。一方、5月第6半旬、6月第2半旬、8月第4半旬にはかなり低めとなっていた(図1)。

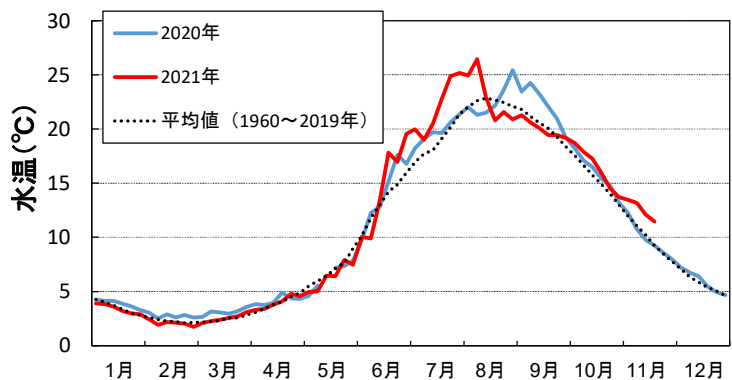


図1. 表面水温の推移(十和田湖ふ化場前)

2. 放流種苗調査

ヒメマス稚魚は、2021年3月17日に21.8万尾(平均体重0.39g)、4月27日に18.2万尾(平均体重1.46g)、6月16日に30.0万尾(平均体重3.84g)が放流された。そのうち、最も大型群の一部(45,178尾)に脂鰭+左腹鰭カットの標識が施された。標識率は6.5%であった

表 1. ヒメマス稚魚の放流状況(2021年春)

	放流月日 令和3年	放流尾数 (尾)	標識尾数 (尾)	標識 有無	標識部位	平均尾又長 (cm)	平均体重 (g)
1	3月17日	218,000				-	0.39
2	4月27日	182,000				-	1.46
3	6月16日	300,000	45,178	○	脂+左腹鰭	7.14	3.84
	計	700,000	45,178				2.15

(表 1)。

表 2. ヒメマス稚魚の放流状況の推移(2009年～)

放流年	放流月	放流尾数 (尾)	標識尾数 (尾)	標識率 (%)	標識部位	平均被鱗体長 (cm)	平均体重 (g)	
2009	H21	5-6月	600,000	41,099	6.8	脂+左腹	7.0	3.3
2010	H22	4-6月	700,000	43,797	6.3	脂+右腹	5.7	2.7
2011	H23	3-6月	700,000	55,032	7.9	脂	5.3	2.1
2012	H24	3-6月	700,000	45,992	6.6	脂+左腹	5.6	2.6
2013	H25	4-6月	700,000	25,624	3.7	脂+右腹	5.3	2.7
2014	H26	4-6月	700,000	43,312	6.2	脂	4.6	1.5
2015	H27	4-6月	700,000	26,111	3.7	脂+左腹	5.6	2.5
2016	H28	3-6月	700,000	31,636	4.5	脂+右腹	5.7	2.4
2017	H29	3-6月	700,000	46,764	6.7	脂	5.2	2.1
2018	H30	3-6月	700,000	28,240	4.0	脂+左腹	5.6	2.3
2019	H31R1	3-6月	700,000	43,600	6.2	脂+右腹	4.7	1.9
2020	R2	3-6月	700,000	55,866	8.0	脂	6.0	2.6
2021	R3	3-6月	700,000	45,178	6.5	脂+左腹	6.6	2.1

※平均体長、平均体重は全放流回数(3~4回)の平均値

近年の標識放流の概要は表2のとおり。

3. 漁獲動向調査

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¹⁾。

2021年のヒメマス漁獲量は8.4トン(対前年比100.5%)となり、2年連続で10トンを下回った(図2)。過去10年平均値との比較では59.0%となった。また、ワカサギは5.1トンで、前年の25.1%、過去10年平均値の20.9%であった。

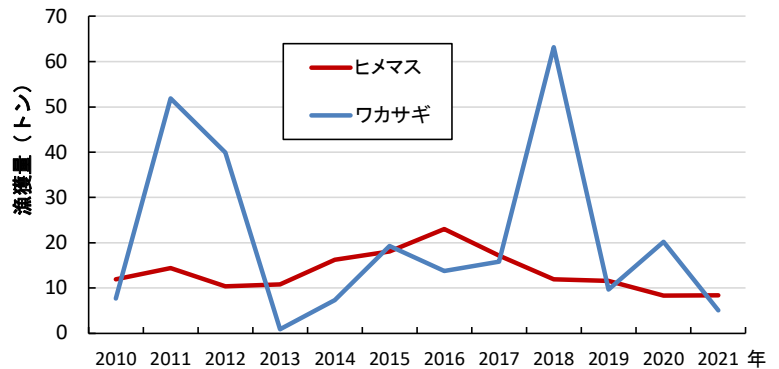


図 2. ヒメマスとワカサギ漁獲量の経年変化

ヒメマス漁獲量の月別変化をみると、例年みられる前半、中盤及び後半のピークが伸びず、全般に低調に推移した(図3)。また、ワカサギの月別漁獲量をみると、4月から6月の全般にわたって低調な漁獲をみせた(図4)。

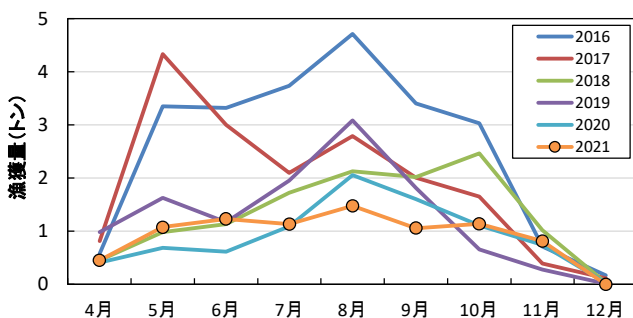


図 3. ヒメマス漁獲量の月別変化

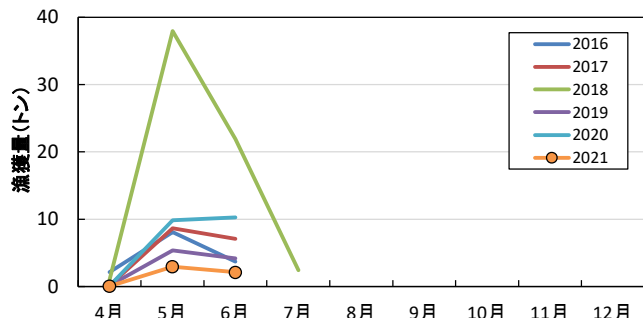


図 4. ワカサギ漁獲量の月別変化

4. 集荷場調査

(1) 魚体測定

4月から11月で合計449尾のヒメマス測定した。漁獲されたヒメマスの平均被鱗体長は230mm(最小197mm～最大310mm)、平均体重(内臓除去重量)146.8g(最小85.7g～最大395.0g)で、前年に比べてやや大きい傾向にあった(表3)。

なお、体重がほぼ90g以上なのは、集荷場での取扱いサイズを内臓除去重量で90g以上としていることによる。

被鱗体長のモードをみると4月は22cm台、5月は23cm台、6月は22～23cm台、7月から9月は22cm台、10月から11月は21cm台にあり、7月を除く4月から9月は前年より1～2cm大きく、10月から11月は1～2cm小さい傾向がみられた。全体を通してみるとモードは22cm台で、前年より1cm大きくなっていった(図5)。

(2) 年齢組成

漁獲されたヒメマスの年齢組成は4⁺魚が主体(出現割合30%)で、3⁺魚が27%、5⁺魚が21%であった。前年に比べると3⁺魚の割合が16ポイント低下し、5⁺魚の割合が10ポイント、4⁺魚の割合が3ポイント上昇した(図6)。

月別変化をみると、4月から9月は4⁺魚の出現割合が高く、10月は3⁺魚、11月は2⁺魚の出現割合が高かった。また、3⁺魚は4月、6月と8月にも多く、5⁺魚は5月と7月から9月にも比較的高い出現割合を示した。平均内臓除去重量は5月に最大の179g、10月に最小の126gとなった(図7)。漁期全体の平均内臓除去重量は前年に比べ9g増加した(表3)。

(3) 標識魚の出現状況

集荷場調査の際の標識魚の出現割合は2.0%(449尾のうち9尾)であった(表4)。

月別に最も標識魚の出現割合が高かったのは8月の5.0%であった。また、標識部位別

表3. 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)			内臓除去重量(g)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
4月	36	229	204	292	138.8	95.8	312.3
5月	60	242	204	310	178.9	105.1	395.0
6月	60	232	203	274	152.1	101.2	272.6
7月	60	239	204	283	170.6	94.7	301.0
8月	60	228	200	253	138.4	94.2	187.7
9月	57	226	200	260	139.9	95.9	199.3
10月	55	221	197	256	125.8	85.7	194.4
11月	61	225	201	258	131.7	88.4	203.9
計	449		197	310		85.7	395.0
2021年全体の平均		230			146.8		
2020年全体の平均		227			138.0		

※年間の平均被鱗体長は各月の取扱量から漁獲尾数を推定し、加重平均して求めた

※年間の平均内臓除去重量は平均体重に換算したうえで各月の取扱量から漁獲尾数を推定し、加重平均して求めた

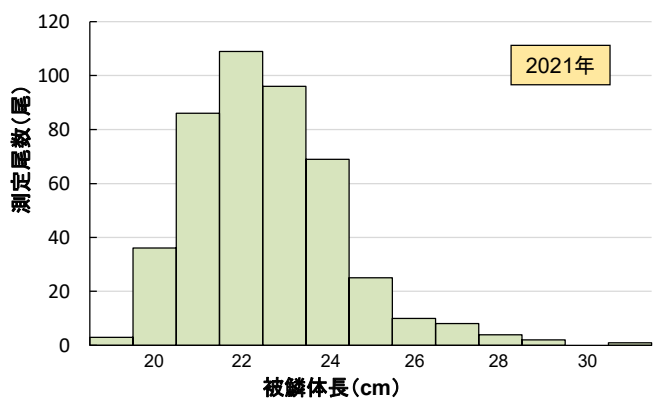


図5. 集荷場ヒメマスの被鱗体長別組成

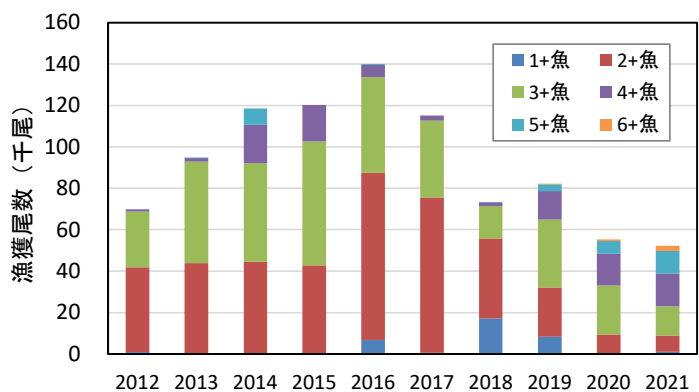


図6. ヒメマス年齢組成の経年変化

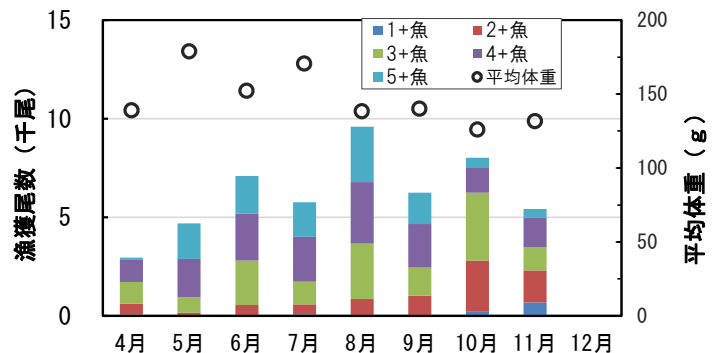


図7. ヒメマス年齢組成の月別変化(2021年)

には「脂鱈」が最も多く、いずれも4⁺魚と判定された。

表 4. 標識魚の出現状況(集荷場調査)

年月日	標識魚(尾)			調査計	標識魚 (%)
	脂+左腹鱈	脂+右腹鱈	脂鱈		
2021/4/26	1			36	2.8
2021/5/21			2	60	3.3
2021/6/17	1			60	1.7
2021/7/19			1	60	1.7
2021/8/27			3	60	5.0
2021/9/21			0	57	0.0
2021/10/20			0	55	0.0
2021/11/12	1			61	1.6
計	3	0	6	449	2.0

5. 胃内容物調査

(1) ヒメマス

表 5. 胃内容物調査でのヒメマス測定結果

4月から11月で合計184尾を測定し、全数の胃内容物分析用サンプルを秋田県へ送付した。

ヒメマスの被鱗体長は152mm～301mm、体重は41.3g～354.9gで、前年に比べて平均被鱗体長、平均体重ともにやや大きい傾向にあった。

調査月	測定尾数	被鱗体長(mm)			体重(g)			胃内容物分析数
		平均	最小	最大	平均	最小	最大	
4月	13	217	152	268	144.2	41.3	257.8	13
5月	11	244	207	301	208.2	120.4	350.8	11
6月	21	246	204	292	213.5	126.3	354.9	21
7月	24	236	205	291	195.3	131.9	272.5	24
8月	30	232	202	278	182.0	114.9	347.1	30
9月	30	225	191	271	165.9	104.4	341.5	30
10月	25	217	190	242	132.8	83.4	176.1	25
11月	30	220	192	278	147.1	91.8	312.9	30
計	184		152	301		41.3	354.9	184

月ごとの平均体重でみると、6月が213.5gで最も大きく、10月が132.8gで最も小さかった(表5)。

ヒメマスの生殖腺指数をみると雄では7月に高くなり、8月が最も高かった。4月及び10月から11月は低かった。雌では8月に最も高く、9月も高かった。4月及び10月から11月は低くなっていた(図8)。

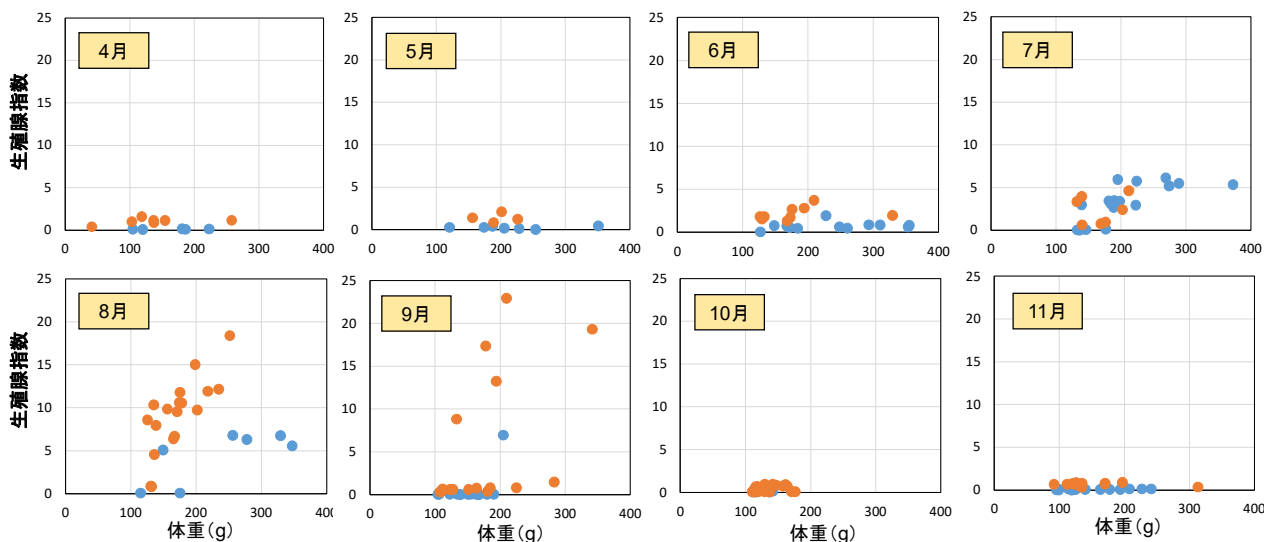


図 8. ヒメマス生殖腺指数の推移(胃内容物調査)(赤丸:雌 青丸:雄)

(2) ワカサギ

5月から6月で合計40尾を測定し、胃内容物分析用サンプルを秋田県へ送付した。

ワカサギの被鱗体長は70mm

表 6. 胃内容物調査でのワカサギ測定結果

調査月	測定尾数	被鱗体長(mm)			体重(g)			胃内容物分析数
		平均	最小	最大	平均	最小	最大	
5月	20	85	76	92	5.5	3.4	7.0	20
6月	20	82	70	89	3.6	2.5	4.9	20
計	40	84			4.6			40

～92 mm、体重は 2.5g～7.0g であった(表 6)。また、ワカサギの生殖腺指数をみると雌は 5 月に高く、6 月になると指数の高い個体は少なくなっていた。雄も 5 月から 6 月にかけて平均指数はやや低下していた(図 9)。

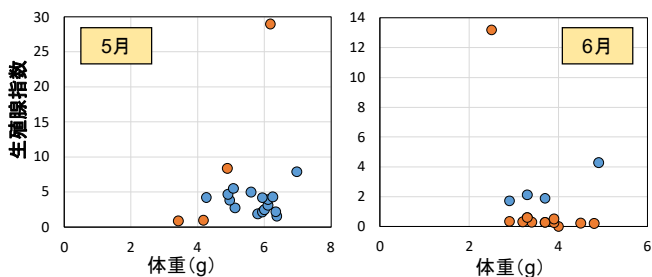


図 9. ワカサギ生殖腺指数の推移(胃内容物調査)
(赤丸：雌 青丸：雄)

6. 親魚調査

ヒメマス親魚の採捕は 9 月 10 日から 10 月 28 日まで行われ、雌 5,911 尾、雄 5,938 尾の計 11,849 尾が採捕された(図 10)。

採卵は 9 月 24 日から 10 月 15 日の期間に計 8 回行い、採卵に用いたヒメマス親魚は、雌 2,283 尾、雄 1,803 尾の計 4,086 尾で前年(5,205 尾)を下回り、採卵数も前年の 1,140 千粒をやや下回る 1,125 千粒となった。採卵した雌の平均体重は 260g と前年(268g)よりやや小さかったが、過去 10 年平均(223g)より大きかった(117%)。1 尾当たりの採卵数は 493 粒で、過去 10 年平均(421 粒)より多く(117%)になった。

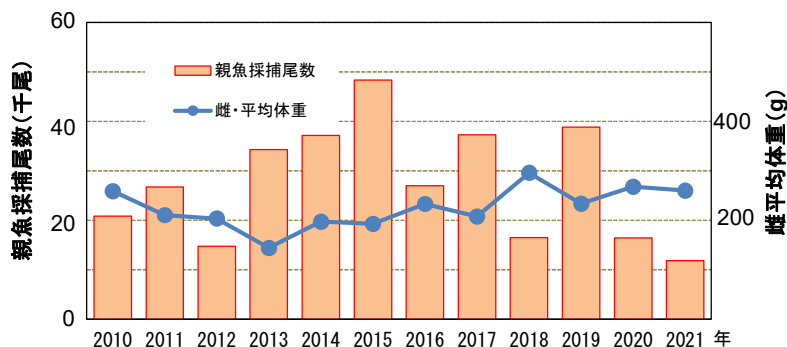


図 10. 親魚採捕数と雌平均体重の経年変化

雌は平均被鱗体長 259 mm (最小 223 mm～最大 338 mm)、平均体重 260.0g(最小 173.8 g～最大 460.0g)、雄は 262 mm(最小 216 mm～最大 344 mm)、平均体重 257.7g(最小

125.0g～最大 519.2g)で、標識魚の混入率は雌 2.3%(476 尾のうち 11 尾)、雄 1.5%(521 尾のうち 8 尾)であった(表 7)。親魚の体長組成を図 11 に示した。

標識部位から推定したヒメマス親魚の雌雄別年齢組成(満年齢)をみると、雌は 5 歳魚が主体で次いで 4 歳魚、雄は 4 歳魚が主体で次いで 5 歳魚となっていた(表 8)。今年も前年度に引き続き、3 歳魚の出現がみられなかった。

表 7. 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)	標識率(%)	
	平均	最小	最大	平均	最小	最大			
雌	124	259	223	338	260.0	173.8	460.0	11	2.3
雄	117	262	216	344	257.7	125.0	519.2	8	1.5

※標識魚の確認尾数は雌476尾、雄521尾

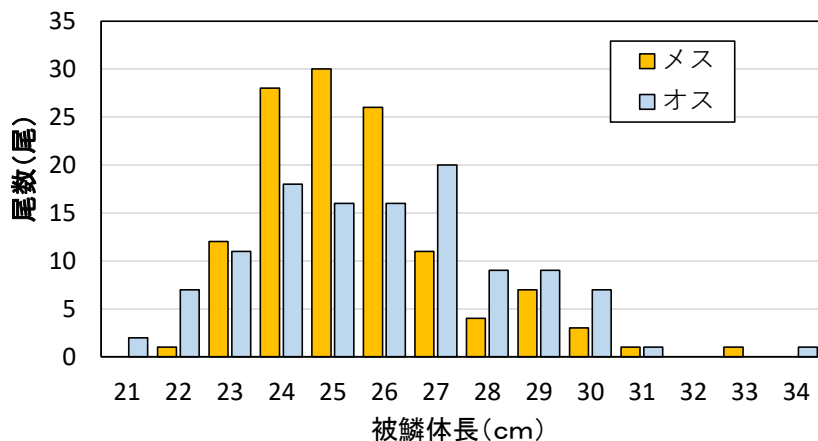


図 11. 親魚の体長組成

表 8. 標識部位から推定したヒメマス親魚

満年齢	標識部位	雌	雄
3歳魚	脂+右腹	-	-
4歳魚	脂+左腹	2尾	5尾
5歳魚	脂	9尾	3尾
6歳魚	脂+右腹	-	-
計		11尾	8尾

考 察

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トンと安定した漁獲量を維持してきたものの、2021年漁期は前年に引き続き10トンを切る8.4トンとなった。漁獲魚の年齢構成をみると、ここ数年漁獲の主体となってきた2+魚や3+魚に代わって4+魚が主体となり、次年度の漁獲の主体となる2+魚や3+魚の比率が低下してきていることは懸念される（図12）。

今後も安定した健苗放流を継続し、漁獲の動向を注視していく必要がある。

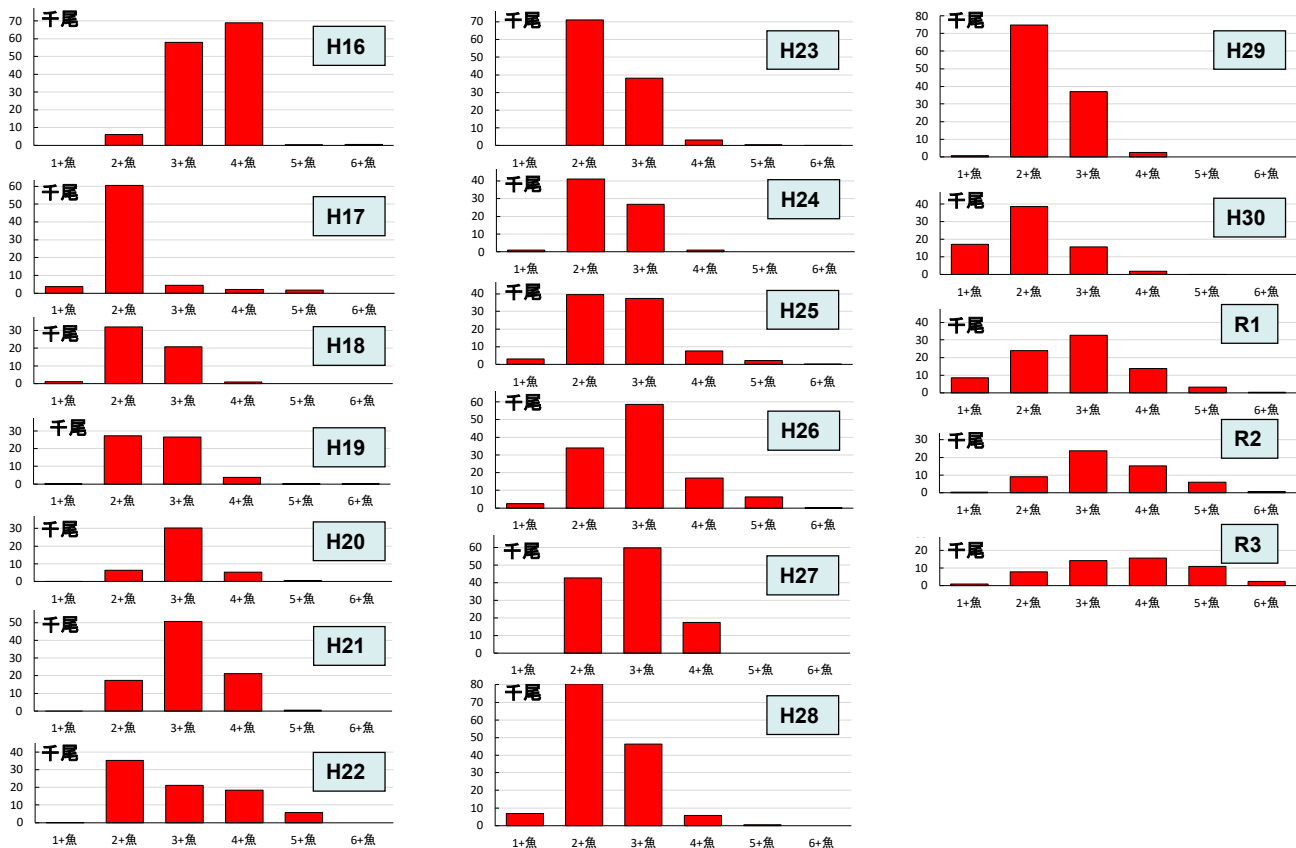


図 12. 年齢別漁獲尾数の推移（ヒメマス）

※各月の年齢査定結果を漁獲尾数に換算し、
年間の計で示した

ヒメマスの胃内容物調査では150g未満の個体では5月に陸生昆虫、6月に魚類、7月にヨコエビ類、8～10月にハリナガミジンコが、150～250g個体では4月にヨコエビ、6月に魚類、7月と10月にヨコエビ、8～9月にハリナガミジンコが、250g以上の個体では6月に魚類、7～9月にヨコエビ類が重要な餌となっていた²⁾。前年も概ね同様の傾向を示していたものの、本年のヒメマス胃内容物の特徴は6月にほぼすべての摂餌個体で魚類（ワカサギ）がみられ、重要度も高かったことであった。このことから、ヒメマスの摂餌行動は餌料環境により左右されていることが示唆される。

集荷場調査、胃内容物調査、親魚調査の結果から本年のヒメマスの平均体重を前年と比較してみると、集荷場調査（内臓除去重量）では106.4%、胃内容物調査では113.7%、親魚調査では雌が97.0%、雄が113.6%と、全般にやや大きい結果となった。しかし、集荷場調査及び胃内容物調査の結果を使って年齢ごとの月別平均体重を前年と比較してみると、本年も概して小さく、2+魚、4+魚、5+魚の平均体重は各月とも前年よりかなり小さいなど、年齢ごとの平均体重が小さくなる傾向が続いているとみられる（図13）。これには餌環境が悪化していることがひとつの原因と考えられ、ヒメマスにとって重要な餌生物のひとつで

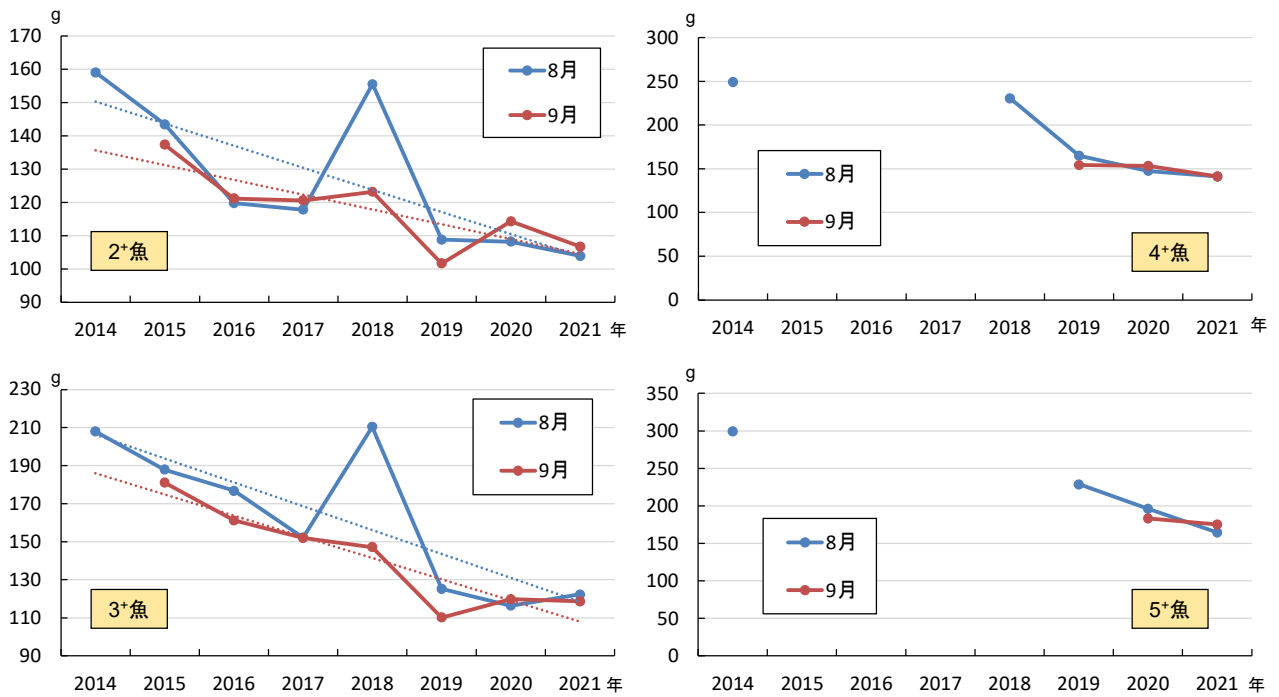


図 13. 年齢別平均体重の推移(ヒメマス)

※比較的数据のそろっている8月と9月について示した

あるハリナガミジンコが2018年にみられたような大増殖がみられなかったことも影響していると考えられる。

文 献

- 1) 兜森良則ら (2017) 十和田湖資源生態調査事業. 平成 26 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, P8-15.
- 2) 高田ら (2022) 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 3 年度秋田県水産振興センター業務報告書, P132-142.

資源管理基礎調査事業（ワカサギ・シラウオ）

佐藤 晋一

目 的

小川原湖における重要漁業対象魚種であるワカサギ及びシラウオの漁獲状況を調査し、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

小川原湖漁業協同組合船ヶ沢分場において取扱いのワカサギ、シラウオについて、月別漁法別漁獲量を調査した。

2. 魚体測定調査

2021年4月から6月、9月から翌年3月（禁漁期間は3月16日から4月20日及び6月21日から8月31日）に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、それぞれ漁法別に月1回80尾を目標として魚体測定を行った。

ワカサギについては、4月から翌年3月に水揚げされたものについて標準体長、魚体重、生殖腺重量を測定し、雌雄を判別した。雌雄の判別は生殖腺の観察により行った。また、生殖腺指数は体重に対する生殖腺重量の割合（%）とした。

シラウオについては4月から6月、9月から12月に水揚げされたものについて標準体長及び魚体重を測定した。

結 果

1. 漁獲動向調査

小川原湖では船曳網漁、定置網漁、刺網漁によりワカサギやシラウオが漁獲されており、このうち全ての船曳網による漁獲物と一部の定置網漁による漁獲物が船ヶ沢分場に水揚げされて入札にかけられる。

(1) ワカサギ

2021年4月から翌年3月までの小川原湖全体のワカサギ漁獲量は約211トンで、前年（192トン）よりやや増加（110%）したものの、2年続いたの低水準であった（図1）。このうち、船ヶ沢分場取扱数量は約72トンで前年（約47トン）の約153%となった（図2）。2021年度の船ヶ沢分場における月別取扱数量を過去3年平均と比べると、漁期前半の4月から6月は18%と不漁で、解禁後の9月から11月も漁獲が低

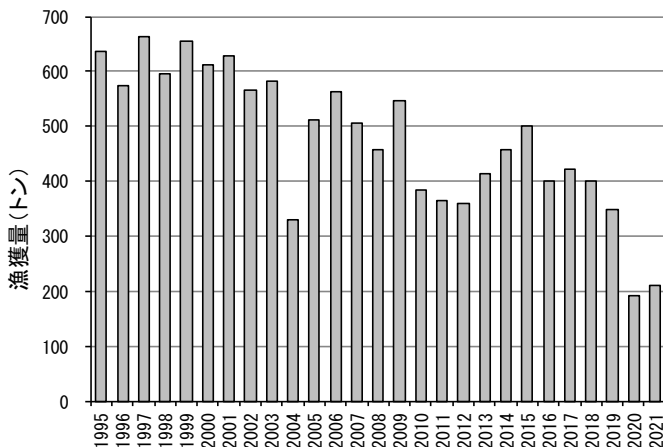


図1. 小川原湖での年度別ワカサギ漁獲量の推移
（4月から翌年3月で集計）資料：小川原湖漁協

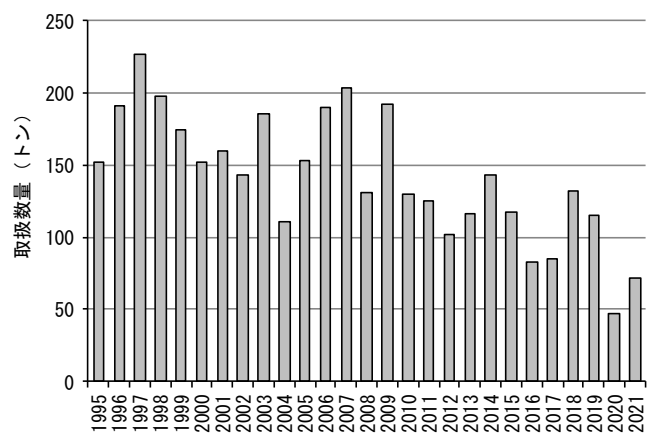


図2. 船ヶ沢分場での年度別ワカサギ取扱数量の推移
（4月から翌年3月で集計）資料：小川原湖漁協

迷したが、翌2月から3月は好漁に転じ、年間の計では73%となった(図3)。

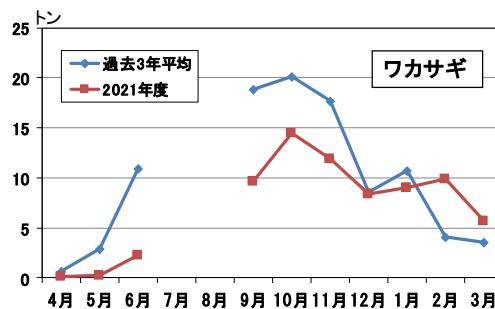


図3. 船ヶ沢分場でのワカサギ取扱数量の月別比較

(2) シラウオ

2021年4月から翌年3月までの小川原湖全体のシラウオ漁獲量は約151トンで前年(189トン)の約80%と減少傾向が続いた(図4)。このうち、船ヶ沢分場取扱数量は約18.1トンで前年(35.9トン)の半分以下(47.5%)となった(図5)。2021年度の船ヶ沢分場における月別取扱数量は過去3年平均と比べると、4月から6月は約3割と不漁で、解禁後の9月から12月でも6割弱、翌1月から3月は皆無状態となり、年間の計では38%と大きく低迷した(図6)。

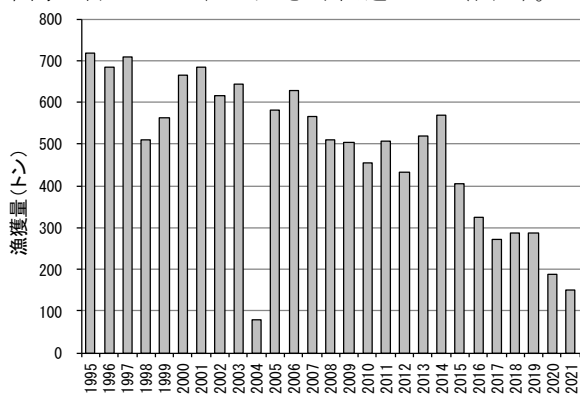


図4. 小川原湖での年度別シラウオ漁獲量の推移

(4月から翌年3月で集計) 資料: 小川原湖漁協

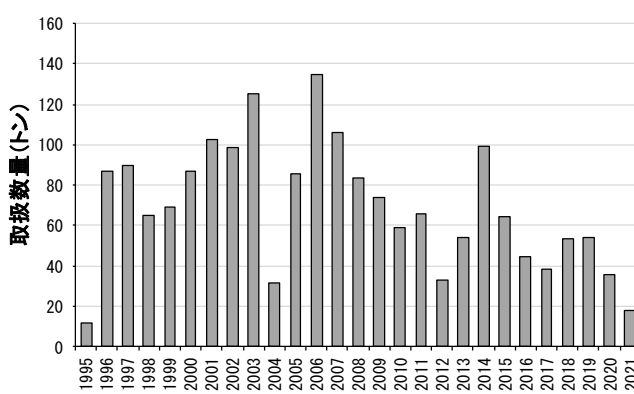


図5. 船ヶ沢分場での年度別シラウオ取扱数量の推移

(4月から翌年3月で集計) 資料: 小川原湖漁協

2. 魚体測定調査

測定尾数を表1に示した。測定総数はワカサギが1,259尾(定置網460尾、船曳網479尾、刺網320尾)、シラウオが560尾(定置網240尾、船曳網320尾)であった。

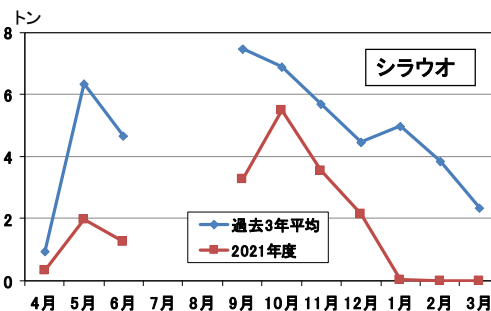


図6. 船ヶ沢分場でのシラウオ取扱数量の月別比較

表1. ワカサギとシラウオの漁法別測定尾数

(2021年度)

	4月22日	5月24日	6月18日	9月2日	9月30日	10月25日	11月22日	12月17日	1月17日	2月10日	3月11日
ワカサギ	定置網	80	60		80	80			80		80
	船曳網			80		80	(大)79	80	80	80	
	刺網					80		79		80	81
シラウオ	定置網	80	80	80							
	船曳網					80	80	80	80		

(1) ワカサギ

定置網は主に湖岸近くの浅い水域に設置される。船曳網は湖内の一定水深以上の水域において操業される。また、刺網はより大きな魚をねらうため、より大きな目合の網を使って操業される。

これらのことから、刺網を除く定置網と船曳網によるサンプルについて体長組成の変化を検討した。図7には定置網及び船曳網によって漁獲されたワカサギの体長組成の推移を示した。定置網では4~5月は

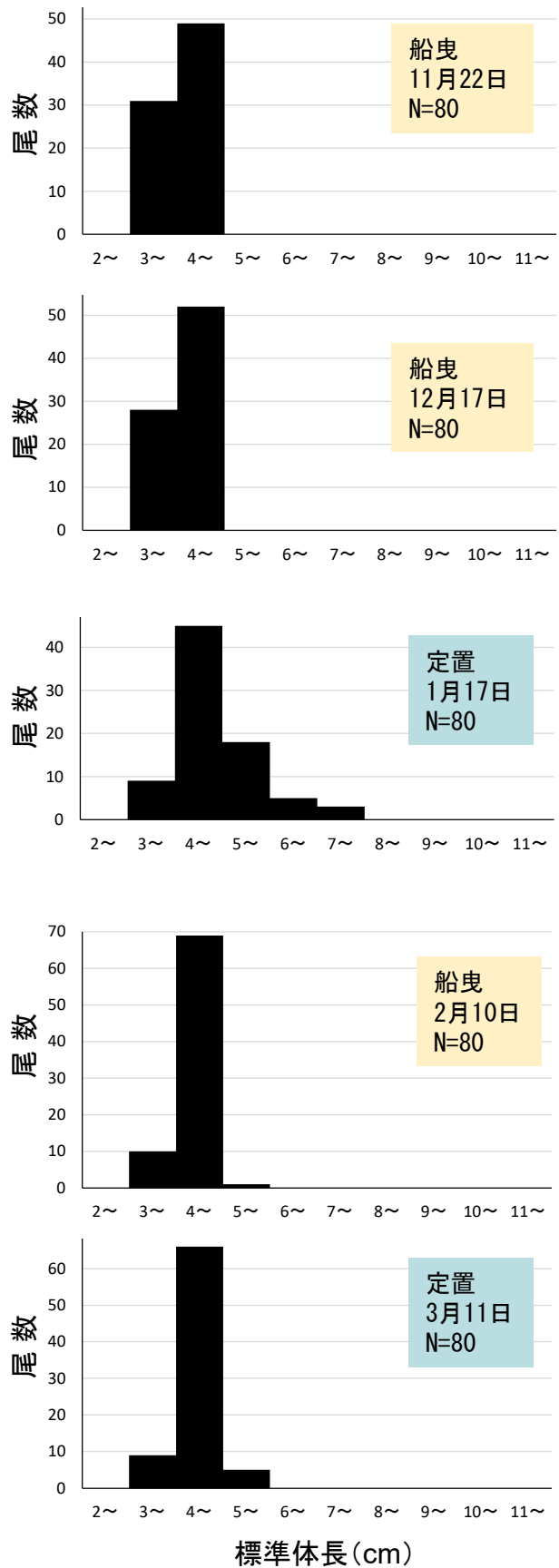
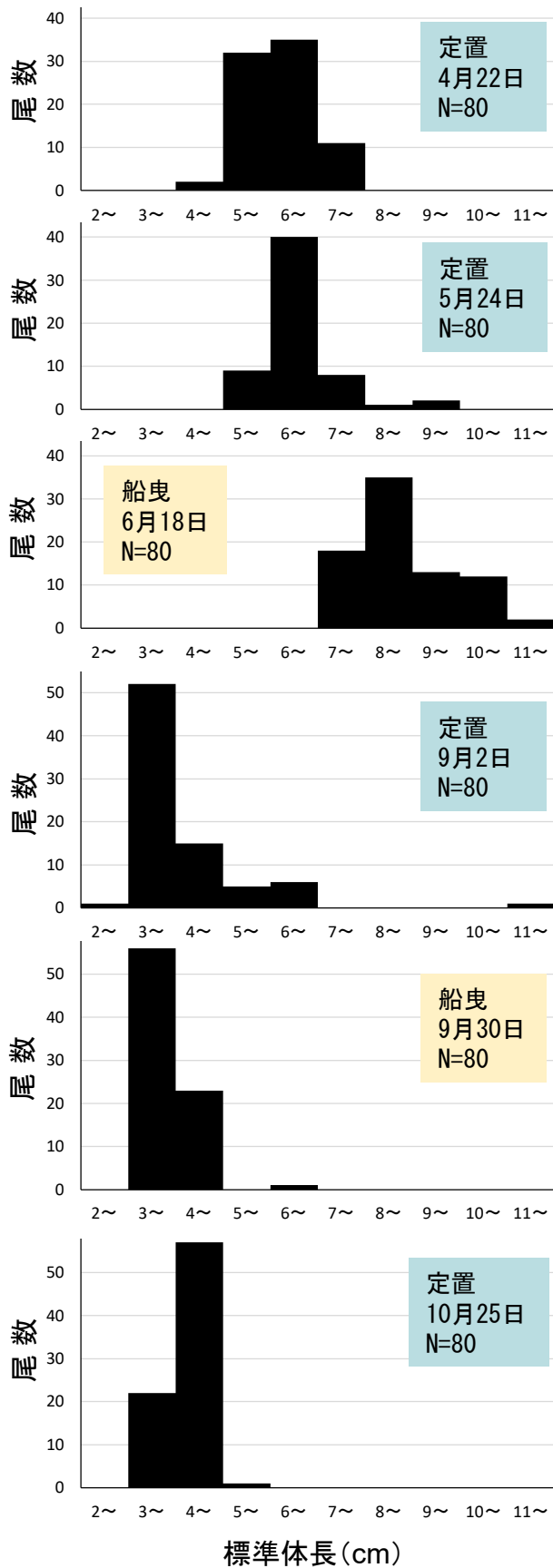


図 7. ワカサギの標準体長組成の推移 (定置網及び船曳網)

モードが6 cmにみられた。禁漁明けの9月初旬にはモードは3 cmにみられたが、10月以降翌3月までモードは4 cmで、成長がみられなかった。船曳網では6月はモードが8 cmにみられたが、禁漁明けの9月下旬のモードは3 cm、その後11月から翌2月までモードは4 cmで、成長がみられなかった。定置網、船曳網両サンプルから、9月下旬以前に新規加入があったものと思われたが、その後の成長は極めて小さかったものと思われた。

図8には刺網によって漁獲されたワカサギの体長組成を示した。参考までに、10月25日に船曳網で漁獲された大型群もこの図に加えた。これをみると、9月及び10月はモードが9 cmにみられ、12月から翌3月にかけてはこれらよりやや大きく10~11 cmにモードがみられた。

ワカサギの性成熟を検討するため、生殖腺指数について検討した。

船曳網のサンプルからは生殖腺の発達はみられなかったため、生殖腺指数に関するデータは得られなかった。定置網のサンプルから雄の平均生殖腺指数をみると、4~5月には1.2~1.5で、翌年1月中旬には1.1とやや低かった(図9)。この図からは除外したが、1月17日のサンプルの中に生殖腺指数73.6というとびぬけた個体が1個体だけみられた。この個体は標準体長が7.7 cmで、この月のサンプルの中では最も大きな個体であった。

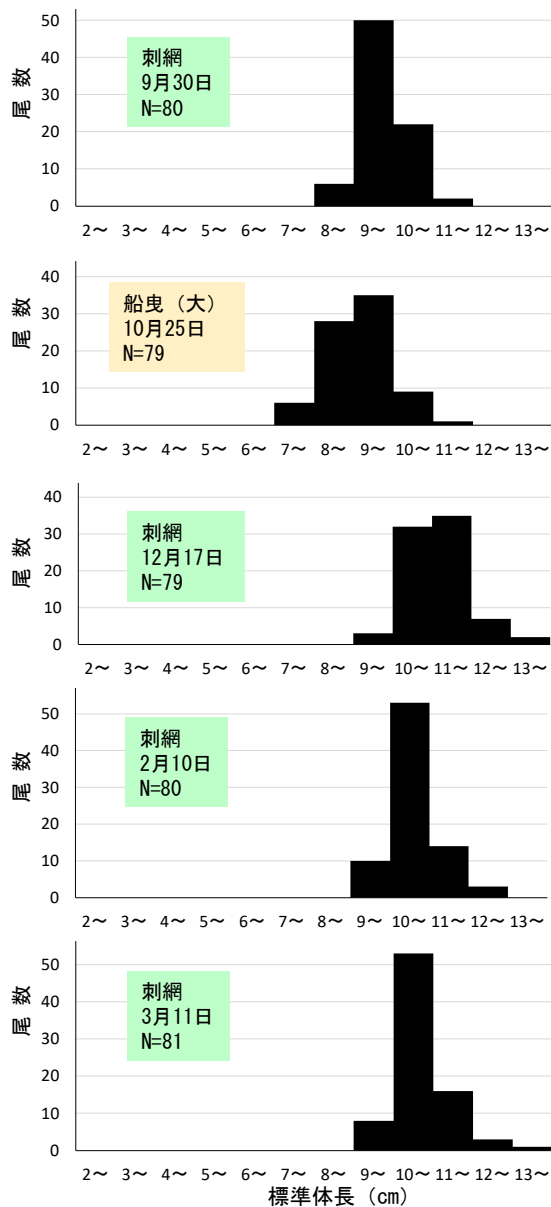


図8. ワカサギの標準体長組成の推移(刺網)

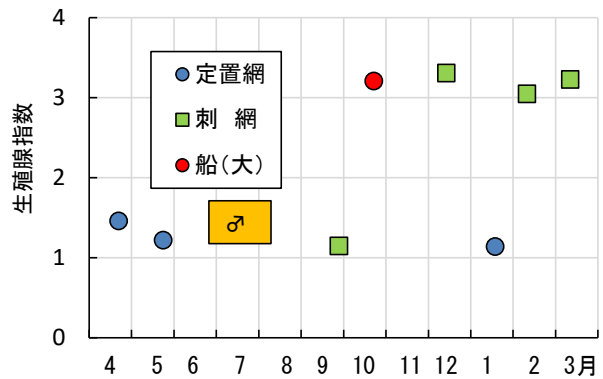


図9. ワカサギ雄の平均生殖腺指数の推移

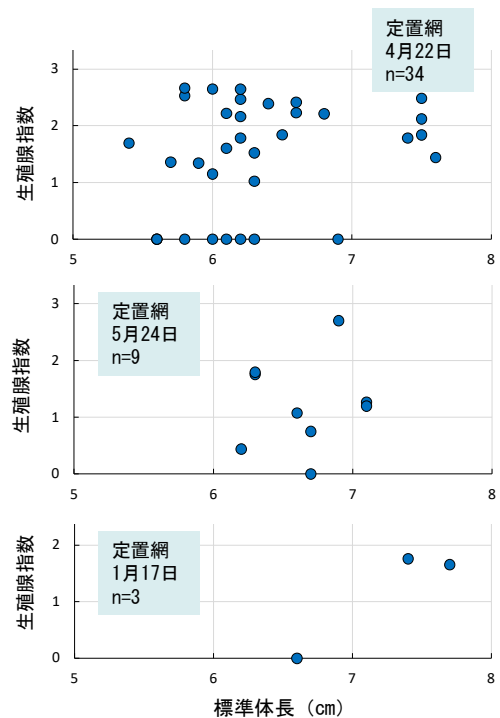


図10. ワカサギ雄の標準体長と生殖腺指数(定置網サンプル)

個体ごとの生殖腺指数でみると、定置網サンプル（図 10）では 4 月と 5 月は 0～2.7、翌年 1 月には 0～1.8 となっていた。1 月のサンプルでは 1 個体だけ生殖腺指数 73.6 の個体がみられた（図 10 からは除外した）。刺網による大型群のサンプルの個体ごとの生殖腺指数は図 11 のとおりで、平均生殖腺指数でみると 9 月は 1.2、12 月は 3.3、翌年 2 月は 3.1、3 月は 3.2 と、12 月以降は成熟が進んでいるようすがみられた（図 11）。

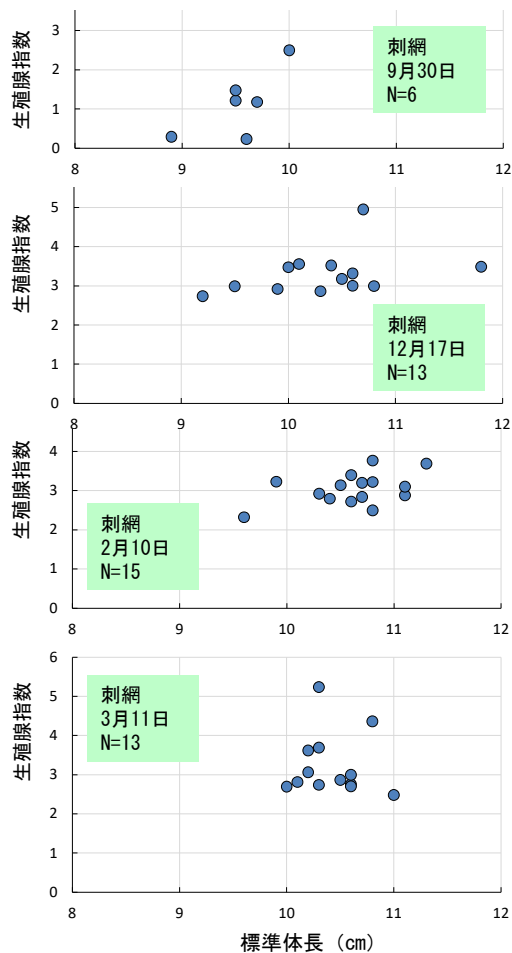


図 11. ワカサギ雄の標準体長と生殖腺指数（刺網サンプル）

雌の平均生殖腺指数を定置網のサンプルでみると、4～5 月は 15～18 と高く、翌 1 月は 7 程度となっていた（図 12）。

また、刺網による大型群の生殖腺指数は 9 月下旬 0.9、12 月 7.1、翌年 2 月 13.6、3 月 23.9 と次第に高くなる傾向がみられた。

定置網サンプルで個体ごとに生殖腺指数をみると、4 月は 0～33.9、5 月は 10.8～26.3、翌年 1 月は 5.1～8.9 となっていた（図 13）。

また、刺網による大型群の生殖腺指数をみると、9 月は 0～2.7、12 月は 3.9～11.0、翌年 2 月は 1.1～36.2、3 月は 9.6～48.9 と、次第に生殖腺指数の高い個体が多く出現していた（図 14）。

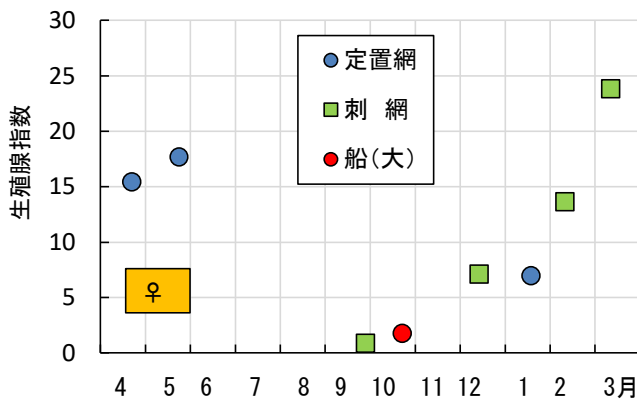


図 12. ワカサギ雌の平均生殖腺指数の推移

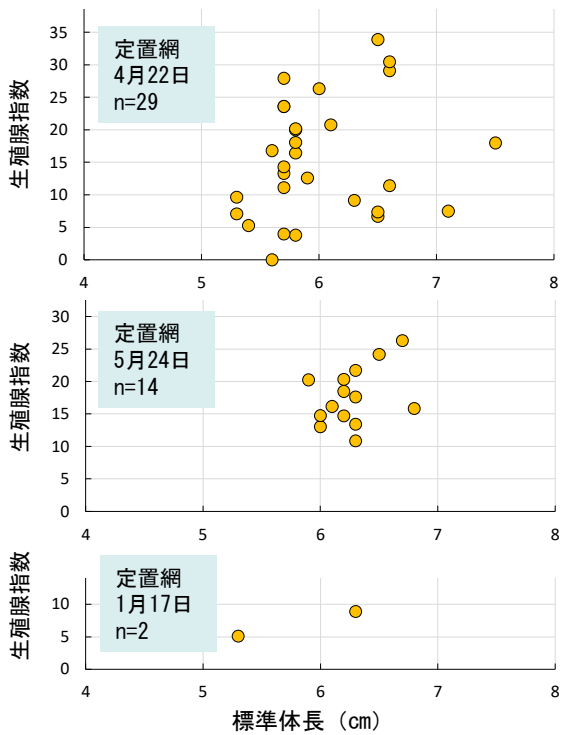


図 13. ワカサギ雌の標準体長と生殖腺指数
(定置網サンプル)

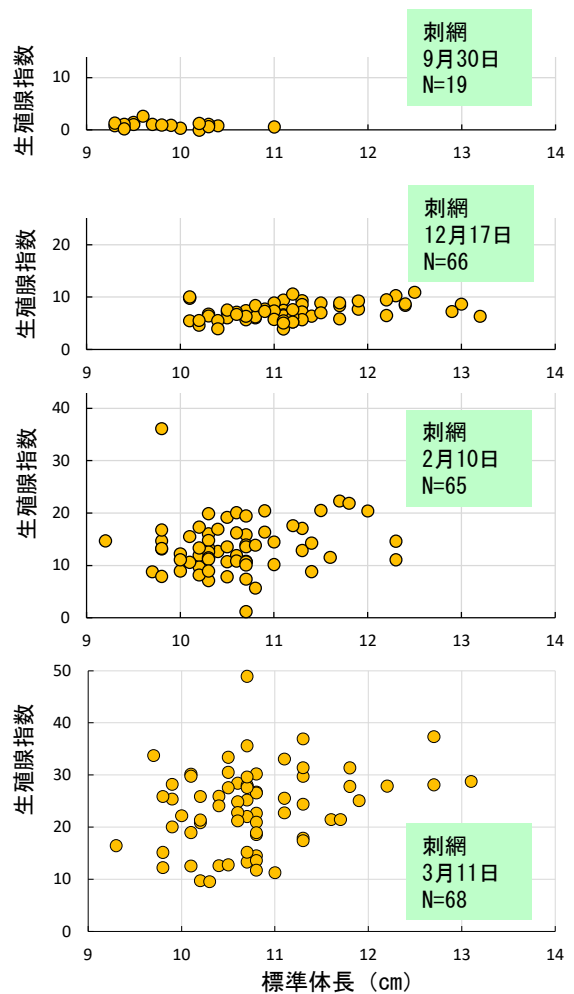


図 14. ワカサギ雌の標準体長と生殖腺指数
(刺網サンプル)

(2) シラウオ

図 15 にはシラウオの標準体長と平均体重の推移を示した。4月から6月は定置網、9月から12月については船曳網のサンプルを用いて体長組成の推移を検討した。定置網サンプルの4月下旬から6月中旬は5.0～5.9cmにモードがみられた。6月に入って5.5～5.9cmの個体の割合が増え、平均標準体長では4月の5.2cmから6月の5.7cmへ、平均体重でも4月の0.34gから6月中旬の0.59gまで増加していた。これを前年と比べると平均標準体長では85～89%、平均体重では53～92%と、かなり小さくなっていた。

7～8月の禁漁後の9月下旬は3.5～3.9cmにモードがみられ、11月下旬には4.0～4.4cmにモードが移行した。この間の平均体重の増加は0.10gから0.14gと、小さかった前年よりさらに小さめ(83～100%)であった。それでも、標準体長4.0～4.4cmの個体の出現割合は11月以降増加しており、群として成長しているようすがうかがえた。

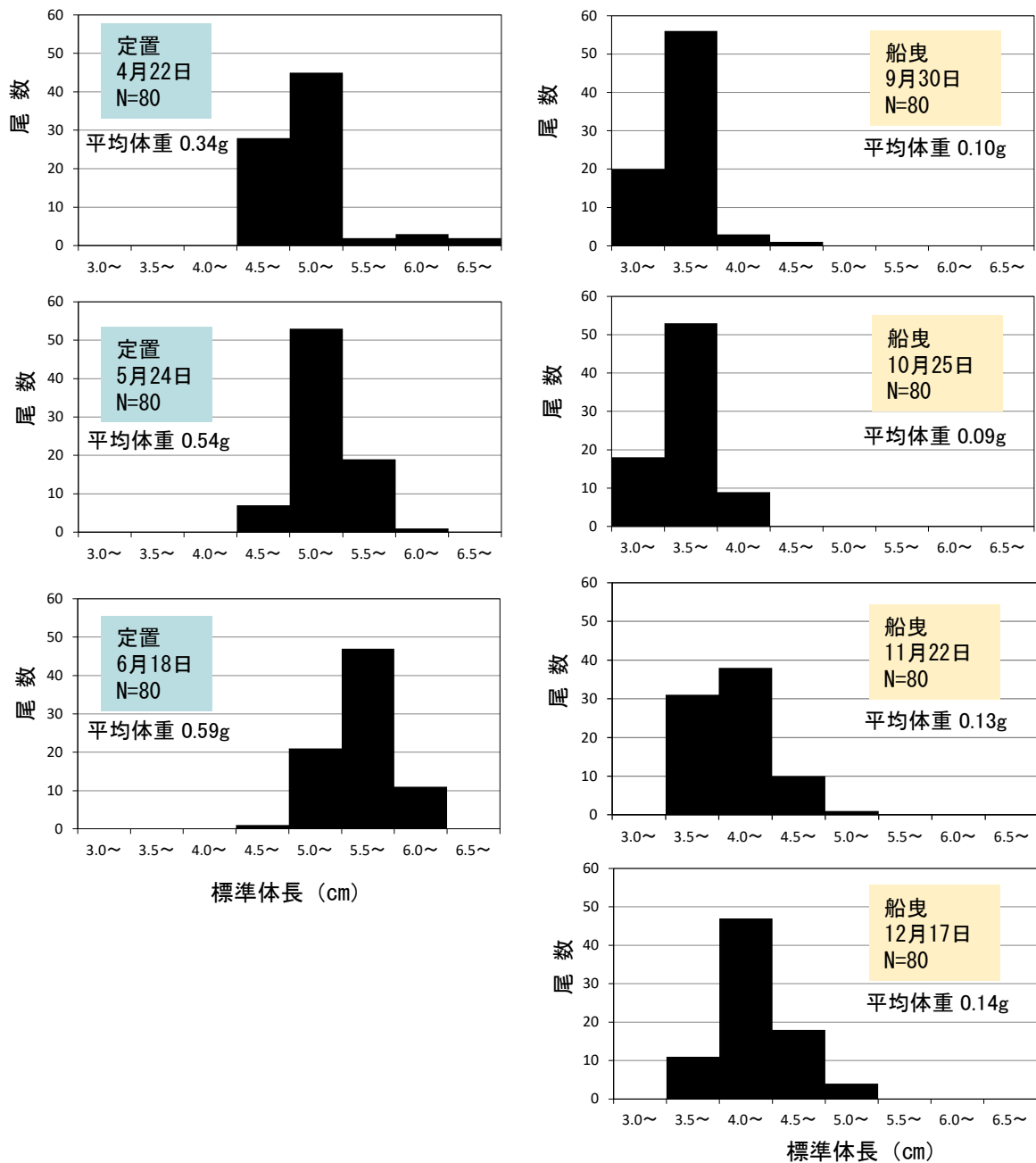


図 15. シラウオの標準体長組成

考 察

1. ワカサギについて

定置網や船曳網は小川原湖内の広い範囲で操業されるため、同じような場所のサンプルとは限らないものの、9月から翌年3月までの体長組成を追うことができた。すなわち、9月はモードでみると3 cm台、10月から翌年3月にかけては4 cm台にモードがみられた。また、本年の結果から大型のものを拾い出してみると、刺網のサンプルの9月はモードが9 cm台、12月は10~11 cm台、翌2~3月は10 cm台であった。よって、大小両群のモードの差は前年同様6~7 cmと推定された。

本年度の大型群の生殖腺指数を刺網サンプルからみると、雄では9月には3を超える個体はみられなかったが、12月には4を超える個体が、3月には5を超える個体もみられた。また、雌では9月には3を超える個体はみられなかったが、12月には10を超える個体が、3月には40を超える個体もみられた。片山(1996)¹⁾によれば、小川原湖内には大小2群があり、その産卵期は3月から4月とされているが、2022

年春の産卵に向けて成熟がしだいに進んでいるものと考えられた。

このように、大型群では前年と同程度の成熟の進行がみられたが、小型群では9月以降生殖腺の発達はほとんどみられなかった。2021年春の産卵・発生が極めて悪かったことがうかがわれるが2022年2～3月が好漁だったことから、2022年度の漁獲の持ち直しが期待される。

2. シラウオについて

船ヶ沢分場での取扱数量は前年の半分以下の47.5%で、漁期前半の4～6月は前年の約4割、後半の9～12月は66%、翌1～3月は皆無状態となった。1月以降漁獲が皆無状態となったのはシラウオ用の細かい目合いの網に泥がついて漁獲できなかったため、大きな目合いの網によりワカサギ狙いに切り替えたためである。

4月から6月の定置網サンプルではモードは5.0～5.9cmにみられ、前年よりやや小さい傾向がみられた。定置網は浅場にある産卵場をねらって設置されるため、産卵群をとらえたものと思われ、今年の産卵群は前年よりやや小さかったものと考えられた。

小川原湖漁業協同組合曳網部会と八戸水産事務所によるシラウオの産卵調査結果²⁾によると、4～6月のうち産卵のピークは例年より3～4週遅い6月中下旬と推察されたが、産卵量は前年よりやや多かった。8月の禁漁期間中に小川原湖漁協が行った船曳網による試験操業の結果、シラウオの平均標準体長は3.16cm、平均体重は0.064gであった。この新規加入群は8月中旬以前に加わってから12月までの4ヶ月間で標準体長で1.16cm、平均体重で0.075gしか成長しておらず、この間の体重増加率は約2.2倍にとどまった。一方、前年度は同じ8月から12月までの4ヶ月間で平均体重は0.037gの増加で、体重増加率は約1.4倍であった。同様に、2019年（令和元年）度の体重増加率は約7.9倍であり、今年度は前年度に続いて増加率が極めて小さかったことがわかる（図18）。

今年度後半の水揚げ量が伸びなかったのは産卵後の環境が悪かったことなどにより、加入群の平均体重の伸びが抑制されたことが一因と考えられる。

9月から12月までは、船曳網のサンプルにより新規加入群の体長組成を追うことができた。この間のモードは3.5～3.9cmから4.0～4.4cmへと成長しているようすがとらえられ、この群が次年度の産卵群としてつながっているものと考えられた。1月以降のサンプルが得られなかったものの、体長モードとしては成長の悪かった前年と同程度であり、次年度の漁獲量や産卵への影響が懸念される。

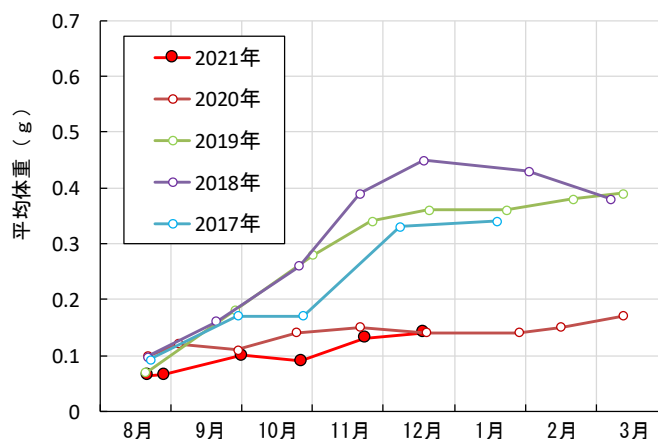


図18. シラウオの平均体重の比較

文 献

- 1) 片山知史（1996）小川原湖のワカサギ個体群に関する資源生態学的研究，東北大学農学部水産資源学講座学位論文
- 2) 令和3年小川原湖におけるシラウオの産卵調査結果．2021年6月30日．小川原湖漁業協同組合曳網部会、八戸水産事務所

「青い森紅サーモン」生産体制強化事業

前田 穰、牛崎 圭輔

目 的

大型ニジマス「青い森 紅サーモン」の種卵生産技術の移転や飼育の平準化を図り、消費者のニーズに応えることができるよう生産体制を強化する。

材料と方法

1. 養殖場水温のモニタリング

青い森紅サーモンを生産している虹鱒屋及び沼袋養魚場に自記式温度計（Onset 社製 TidbiT v2）を設置し、水温のモニタリングを行った。

2. 養殖場の水質確認

虹鱒屋の飼育水等について、食味に悪影響を及ぼす可能性のあるジェオスミン及び2-メチルイソボルネオールの含有量検査を行った。2021年11月16日に採水し、一般社団法人青森県薬剤師会 食と水の検査センターに水質検査を依頼した。

3. 精液の冷凍保管方法検討

2021年12月3日にメタノール含希釈液（組成：0.18M グルコース、9%メタノール）による精子凍結¹⁾を行った。海水耐性系ドナルドソンニジマスの偽オス及び普通オスの精子とメタノール含希釈液を1:5の割合で混合し、ストロー精液管（富士平工業株式会社製 容量0.5ml）に混合液0.5mLを注入後、ストローパウダー（富士平工業株式会社製）で封入した。精子とメタノール含希釈液の混合から液体窒素予備凍結開始までの平衡時間を15分間とした。発泡スチロール容器内に液体窒素を入れ、発泡スチロール製の枠（厚さ3cm）を浮かべ、枠上にストロー精液管を並べ、液体窒素から発生する窒素蒸気内で5分間液体窒素予備凍結を行った。液体窒素予備凍結後は直ちに液体窒素に投入した。

凍結5日後及び40日後に凍結精子を用いた受精試験を行った。水温を40℃に設定したウォーターバス内にストロー精液管5本を投入し、8秒後に取り出して解凍した。青森系ニジマスの卵50gに解凍直後の精子をかけ、1.1%炭酸水素ナトリウム水を加えて媒精した。また、消毒した受精卵を10分間吸水させた後、水温26℃で20分間温度処理することで倍数化処理し、三倍体魚を作出した。

発眼期に発眼卵数、死卵数及び小眼卵数を計数し、発眼率（% = (発眼卵数 / (発眼卵数 + 死卵数 + 小眼卵数)) × 100）を算出した。

4. 「青い森 紅サーモン」安定生産に向けた支援

2022年2月24日に青い森 紅サーモン生産業者である虹鱒屋養魚場内の採卵施設にて、海水耐性系ドナルドソンニジマス凍結精子の解凍方法及び解凍精子を用いた受精方法についての技術講習会を開催した。

結果と考察

1 養殖場水温のモニタリング

青い森紅サーモンを生産している虹鱒屋及び沼袋養魚場の養殖池水温を図1に示した。

5月から10月の虹鱒屋の水温は、6.9℃～16.4℃であり、概ねサーモン養殖にとって最適であるとされる8～16℃の範囲であった。12月から2月の虹鱒屋の水温は、0.5～6.6℃となり、サーモンを成長させるには効率の悪い時期であることが再確

認できた。

沼袋養魚場の水温は8.1～15.0℃であり、全測定期間を通じてサーモン養殖にとって最適であった。

2. 養殖場の水質確認

検査を行った全てのサンプルのジェオスミン及び2-メチルイソボルネオール含有量は検出限界以下であり、飼育水が清浄であることが確認できた（表1）。

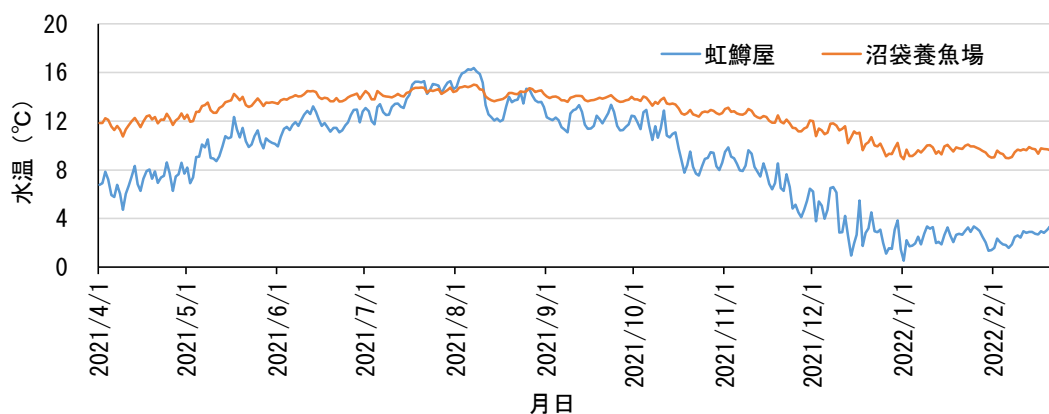


図1. 青い森紅サーモンを生産している養殖池の水温

表1. 水質検査結果

	ジェオスミン	2-メチルイソボルネオール
生産池 原水	0.000001mg/L 未満	0.000001mg/L 未満
生産池 排水	0.000001mg/L 未満	0.000001mg/L 未満
出荷用畜養池 原水	0.000001mg/L 未満	0.000001mg/L 未満
出荷用畜養池 排水	0.000001mg/L 未満	0.000001mg/L 未満

(水道水基準 0.0001mg/L以下)

3. 精液の冷凍保管方法検討

メタノール含希釈液による凍結方法では凍結5日後及び40日後のいずれの試験区でも発眼卵を得ることができたが、発眼率が10%未満と低い試験区も見られた（図2、図3）。凍結40日後のドナルドソン偽オスの精子による発眼率は三倍体及び二倍体のいずれでも凍結5日後より高い値を示した。凍結40日後のドナルドソン普通オスの精子による受精試験では、解凍した精子がシャーベット状となっていた。そのため、解凍が不十分であったことが発眼率の低下につながったものと考えられた。

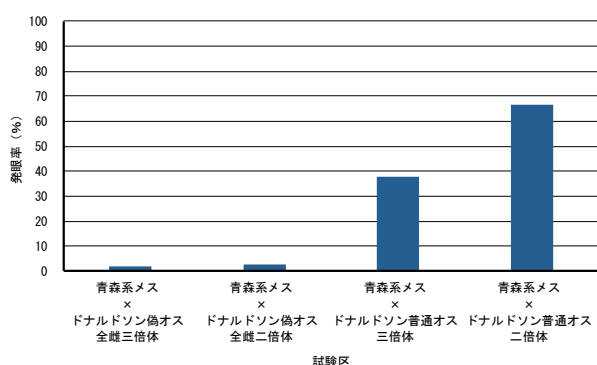


図2. 解凍精子による受精試験（凍結5日後）

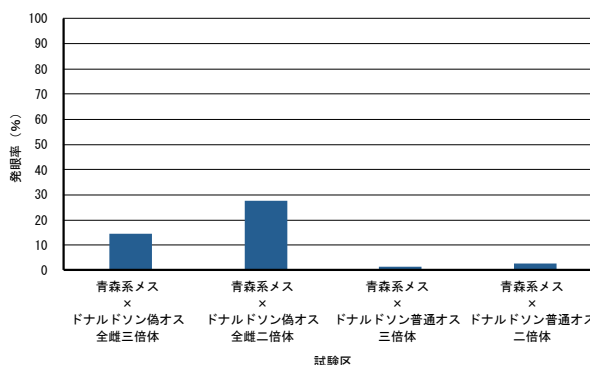


図3. 解凍精子による受精試験（凍結40日後）

4. 「青い森 紅サーモン」安定生産に向けた支援

技術講習会では海水耐性系ドナルドソンニジマスの偽オスの精子とメタノール含希釈液を1:5の割合で混合し、液体窒素で凍結したストロー精液管を使用した。水温を40℃に設定したウォーターバス内にストロー精液管を投入し、8秒後に取り出し解凍するよう指導した。また、解凍した精子は直ちに卵にかけるよう指導した。説明終了後、虹鱒屋従業員2名に対し、海水耐性系ドナルドソンニジマス凍結精子の解凍方法及び解凍精子を用いた受精方法の一連の作業の実習を行った。

文献

- 1) Ciereszko, A., Dietrich, G. J., Nynca, J., Dobosz, S., Zalewski, T. (2014) Cryopreservation of rainbow trout semen using a glucose-methanol extender. *Aquaculture*, 420-421, 275-281.

海面サーモンの地域特産品化技術事業

牛崎 圭輔、前田 穰、沢目 司、松田 忍

目的

サーモン海面養殖の効率化のために、22 か月間の淡水育成期間をふ化から 10 か月間に短縮したスチールヘッド系ニジマス（以下「スチールヘッド系」とする）種苗の生産技術について検討する。また、海水育成時の成長特性を把握し、次期海面養殖用サーモン候補としての好適性を確認する。

材料と方法

1. 海面養殖用種苗の短期育成試験

(1) 試験魚

2020年11月から12月に作出したスチールヘッド系全雌二倍体及びスチールヘッド系全雌三倍体を2021年3月24日から10月25日まで内水面研究所の湧水で飼育した。

(2) 試験方法

スチールヘッド系全雌二倍体及びスチールヘッド系全雌三倍体それぞれについてライトリッツの給餌率表の150%の給餌を行う150%給餌群とライトリッツの給餌率表に従った給餌を行う対照群を設け、2021年3月24日に各群150尾をそれぞれ屋内0.15トン水槽に収容し、3月25日から給餌を開始した。成長に伴い、4月28日から7月28日まで屋内1トン水槽に、7月29日から10月25日まで屋外8.5トンコンクリート水槽に収容し、育成した。

育成試験開始時のスチールヘッド系全雌二倍体の平均体重は150%給餌群で3.8g、対照群で3.7gであった。スチールヘッド系全雌三倍体の平均体重は150%給餌群、対照群ともに3.9gであった。

おおよそ4週間に1回の頻度で試験魚全数の尾叉長及び体重を測定し、生残数を確認した。測定日翌日の給餌量は平均体重とライトリッツの給餌率から算出し、その後は飼料効率を100%として、次の測定日までの試験魚の体重変化を推定して、推定した体重、飼育尾数及びライトリッツの給餌率から給餌量を算出し、給餌した。給餌試験期間中の試験魚の増重量と総給餌量から飼料効率を求めた。また、10月25日の魚体測定後、各群10尾について生殖腺重量を測定した。

魚体測定とあわせて、ポータブルマルチメータ（HACH社、HQ30d）で水温と溶存酸素量を観測した。

2. 短期育成種苗の海水育成時の成長確認

(1) 試験魚

淡水での短期育成試験で育成した150%給餌群のスチールヘッド系全雌二倍体及びスチールヘッド系全雌三倍体各60尾を海水育成試験に供した。

(2) 試験方法

2021年11月9日に内水面研究所から水産総合研究所へ試験魚を運搬し、海水育成用屋外15トン陸上水槽2基に収容した。海水馴致後、2022年6月8日まで海水育成を行った。海水育成試験開始前の平均体重はスチールヘッド系全雌二倍体で610.3g、スチールヘッド系全雌三倍体で611.7gであった。

海水馴致は、40%海水から始め、68時間かけて100%海水になるよう調整した（表1）。

2021年11月15日から自動給餌機（福伸電機株式会社、PFX-17LS-DA）を使用して給餌を開始した。給餌は朝、昼、夕の1

表1. 海水馴致の実施状況

		飼育水に占める海水の割合 (%)
2021年11月9日	13:00	40
	20時間後	50
	26時間後	60
	44時間後	70
	50時間後	80
	68時間後	100

日3回とした。給餌率を1.0%、飼料効率を100%として、海水育成試験終了時までの試験魚の体重変化を推定して、推定した体重、飼育尾数及びライトリッツの給餌率表から給餌量を算出した。

海水育成試験の間、週1回程度ポータブルマルチメータ（HACH社、HQ30d）で水温と溶存酸素量を観測した。

結果と考察

1. 海面養殖用種苗の短期育成試験

2021年10月25日の魚体測定時のスチールヘッド系全雌二倍体の平均体重は、150%給餌群で609.5g、対照群で341.5gであった（図1、表2、3）。また、スチールヘッド系全雌三倍体の平均体重は、150%給餌群で580.6g、対照群で319.9gであった（図2、表4、5）。

青森県では海面養殖用種苗としてふ化から22か月後の11月までに平均体重が500g以上に達した淡水育成種苗を用いることが多いが、150%給餌群のスチールヘッド系全雌二倍体及び全雌三倍体はふ化から約10か月で平均体重が600g前後に達し、淡水での育成期間を約1年短縮できることを確認した。一方、対照群では全雌二倍体、全雌三倍体ともに平均体重が500g未滿であり、約10か月間の淡水育成では海面養殖用種苗としては不適であった。以上のことからスチールヘッド系を種苗としてライトリッツの給餌率表の150%の給餌を行うことで採卵から約1年（ふ化から約10か月）で海面養殖を開始できる可能性が示された。

生殖腺重量指数（GSI（%）＝生殖腺重量×100/体重）はスチールヘッド系全雌二倍体の150%給餌群で0.05～0.16%、対照群で0.05～0.14%であった（図3）。また、スチールヘッド系全雌三倍体の150%給餌群で0.01～0.10%、対照群で0.03～0.06%であった（図4）。ニジマスは性成熟が進み、生殖腺が発達すると海水適応能を失うが、各群ともに測定した全個体でGSIは非常に低く、満1才のスチールヘッド系では性成熟する個体がないことを確認した。

試験期間全体を通してのスチールヘッド系全雌二倍体の飼料効率（（%）＝（試験期間中の増重量×100/同期間中の総給餌量））は150%給餌群で81%、対照群で99%となった。また、スチールヘッド系全雌三倍体の飼料効率は150%給餌群で77%、対照群で97%となった（表6）。全雌二倍体、全雌三倍体ともに対照群に比べ、150%給餌群では飼料効率が低下するが、飼育池での管理期間を約1年短縮できるため、限られた規模の養魚場でも効率的に海面養殖用種苗を生産できる可能性があると考えられた。

試験期間中の水温は全給餌区で12.5～14.9℃で推移した。ニジマスの淡水での養殖適水温は10～18℃と考えられており¹⁾、養殖適水温の範囲内で淡水育成を行うことができた。スチールヘッド系全雌二倍体の水槽の溶存酸素量は150%給餌群で7.0mg/ℓ～9.1mg/ℓ、対照群で7.1mg/ℓ～9.7mg/ℓで推移した（図5、6）。スチールヘッド系全雌三倍体の溶存酸素量は150%給餌群で6.8mg/ℓ～8.8mg/ℓ、対照群で6.9mg/ℓ～9.2mg/ℓで推移した（図7、8）。サケ科魚類では淡水域における溶存酸素量は7.0mg/ℓ以上が求められる²⁾。淡水育成期間中の溶存酸素量は一部で若干7.0mg/ℓを下回ったものの概ね7.0mg/ℓ以上で推移していた。したがって水温、溶存酸素量共に適正でニジマスにとって比較的良好な環境であったと考えられた。

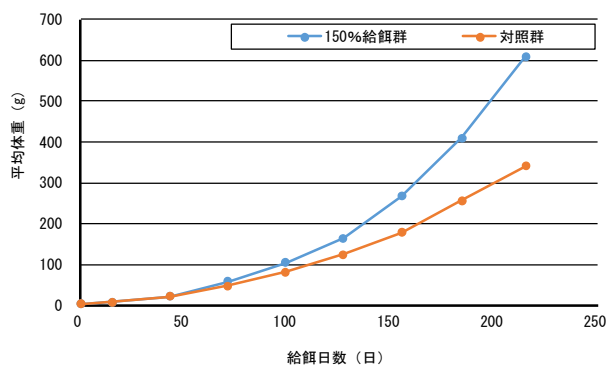


図1. スチールヘッド系全雌二倍体の給餌区別平均体重の推移

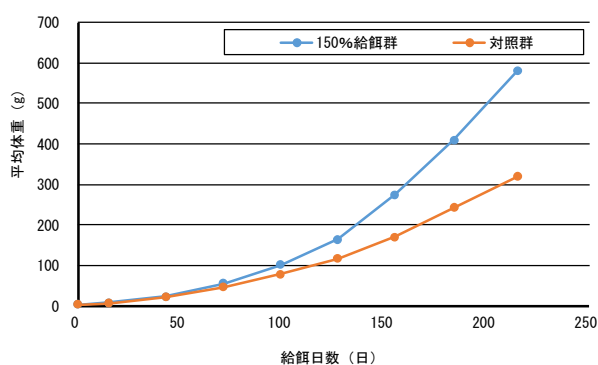


図2. スチールヘッド系全雌三倍体の給餌区別平均体重の推移

表 2. スチールヘッド系全雌二倍体 (150%給餌群) の魚体測定結果

給餌日数	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)	肥満度	生残数 (尾)	飼育水量 (トン)	飼育密度 (%)	総給餌量 (g)	増重量 (g)	飼料効率 (%)
0		3.8	-	150	0.11	0.5	-	-	-
15	8.5	7.8	12.7	149	0.11	1.1	760.6	4.0	78.4
43	12.1	22.5	12.7	149	0.46	0.7	2,951.5	14.7	74.2
71	16.3	58.8	13.6	149	0.46	1.9	5,358.8	36.3	100.9
99	19.9	105.4	13.4	148	0.91	1.7	7,936.9	46.6	86.9
127	23.0	164.6	13.5	148	0.91	2.7	10,676.7	59.2	82.1
155	26.1	267.2	15.0	148	3.5	1.1	16,668.4	102.6	91.1
184	29.8	409.6	15.5	147	3.5	1.7	27,544.8	142.4	76.0
215	33.7	609.5	15.9	145	7.0	1.3	38,165.1	199.9	75.9

表 3. スチールヘッド系全雌二倍体 (対照群) の魚体測定結果

給餌日数	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)	肥満度	生残数 (尾)	飼育水量 (トン)	飼育密度 (%)	総給餌量 (g)	増重量 (g)	飼料効率 (%)
0		3.7	-	150	0.11	0.5	-	-	-
15	8.5	7.7	12.5	147	0.11	1.0	427.6	4.0	137.5
43	11.8	21.5	13.1	147	0.46	0.7	1,515.6	13.8	133.8
71	15.5	48.4	13.0	147	0.46	1.5	2,830.1	26.9	139.7
99	18.3	81.7	13.3	147	0.91	1.3	4,103.5	33.3	119.3
127	21.2	124.3	13.0	147	0.91	2.0	5,941.0	42.6	105.4
155	23.8	178.8	13.3	147	3.5	0.8	9,041.8	54.5	88.6
184	26.4	256.7	14.0	147	3.5	0.5	11,453.8	77.9	100.0
215	29.2	341.5	13.7	147	7.0	0.7	14,657.5	84.8	85.0

表 4. スチールヘッド系全雌三倍体 (150%給餌群) の魚体測定結果

給餌日数	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)	肥満度	生残数 (尾)	飼育水量 (トン)	飼育密度 (%)	総給餌量 (g)	増重量 (g)	飼料効率 (%)
0		3.9	-	150	0.11	0.5	-	-	-
15	8.5	7.9	12.9	148	0.11	1.1	789.0	4.0	75.0
43	11.9	23.0	13.6	148	0.46	0.7	2,961.9	15.1	75.5
71	16.0	55.6	13.6	148	0.46	1.8	5,429.3	32.6	88.9
99	19.4	101.5	13.9	146	0.91	1.6	7,114.7	45.9	94.2
127	22.7	164.2	14.0	146	0.91	2.6	10,141.7	62.7	90.3
155	25.9	274.9	15.8	146	3.5	1.1	16,408.2	110.7	98.5
184	29.6	410.5	15.8	145	3.5	1.7	28,785.4	135.6	68.3
215	33.3	580.6	15.7	145	7.0	1.2	37,730.4	170.1	65.4

表 5. スチールヘッド系全雌三倍体 (対照群) の魚体測定結果

給餌日数	平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)	肥満度	生残数 (尾)	飼育水量 (トン)	飼育密度 (%)	総給餌量 (g)	増重量 (g)	飼料効率 (%)
0		3.9	-	150	0.11	0.5	-	-	-
15	8.5	7.6	12.4	150	0.11	1.0	449.8	3.7	123.4
43	11.9	21.5	12.8	150	0.46	0.7	1,520.4	13.9	137.1
71	15.4	47.3	13.0	150	0.46	1.5	2,896.0	25.8	133.6
99	18.3	78.7	12.8	150	0.91	1.3	4,088.7	31.4	115.2
127	21.0	116.6	12.6	150	0.91	1.9	5,843.3	37.9	97.3
155	23.4	171.2	13.4	149	3.5	0.7	8,608.9	54.6	94.5
184	25.9	242.8	14.0	149	3.5	1.0	11,111.7	71.6	96.0
215	28.7	319.9	13.5	149	7.0	0.7	14,053.5	77.1	81.7

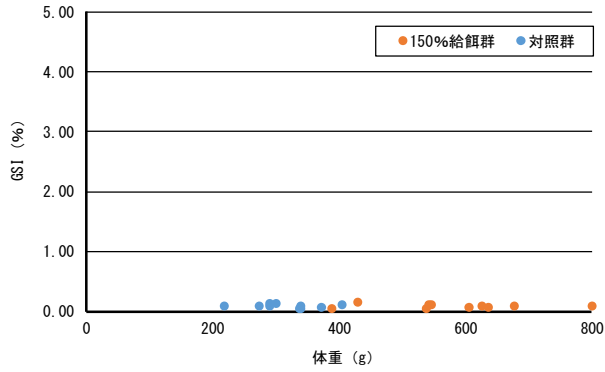


図3. スチールヘッド系全雌二倍体の生殖腺重量測定結果

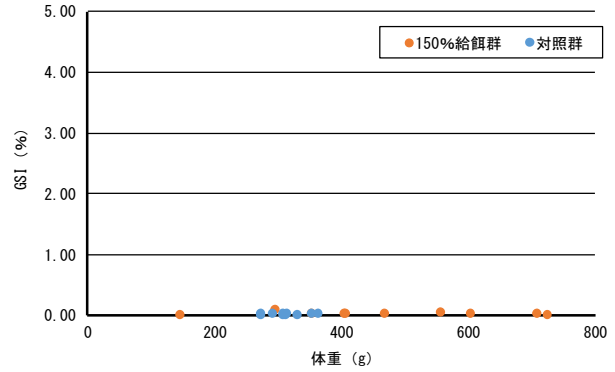


図4. スチールヘッド系全雌三倍体の生殖腺重量測定結果

表6. 試験期間全体を通しての飼料効率（1尾当たり）

	総給餌量 (g)	増重量 (g)	飼料効率 (%)
スチールヘッド系全雌二倍体（対照群）	340	338	99
スチールヘッド系全雌二倍体（150%給餌群）	746	606	81
スチールヘッド系全雌三倍体（対照群）	325	316	97
スチールヘッド系全雌三倍体（150%給餌群）	750	577	77

飼料効率 (%) = (試験期間中の増重量/同期間中の総給餌量) × 100

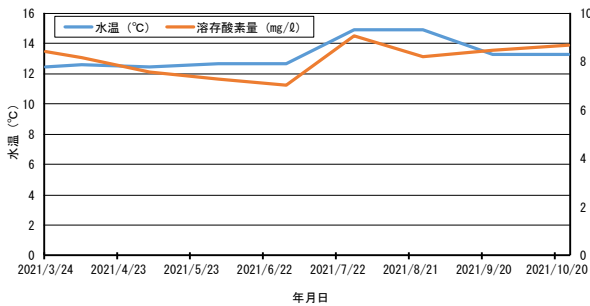


図5. スチールヘッド系全雌二倍体の淡水育成時の水温及び溶存酸素量の推移（150%給餌群）

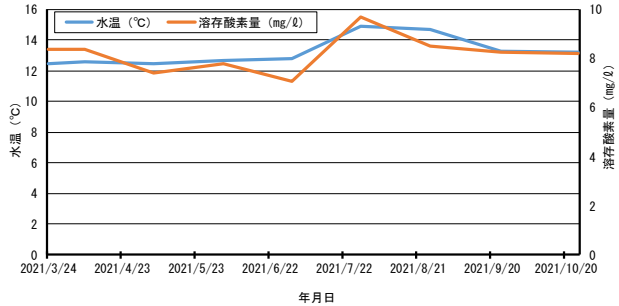


図6. スチールヘッド系全雌二倍体の淡水育成時の水温及び溶存酸素量の推移（対照群）

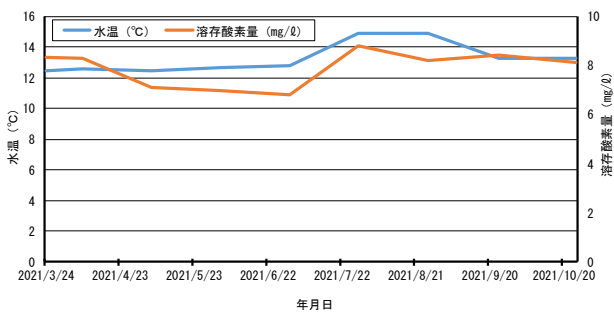


図7. スチールヘッド系全雌三倍体の淡水育成時の水温及び溶存酸素量の推移（150%給餌群）

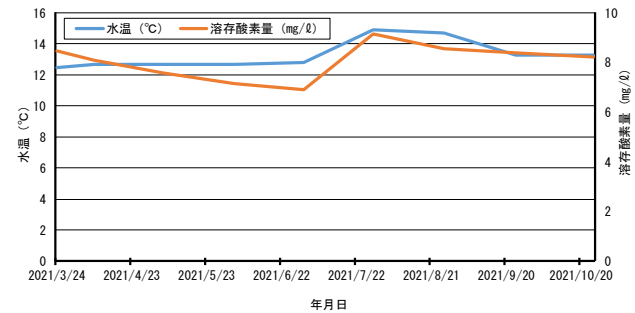


図8. スチールヘッド系全雌三倍体の淡水育成時の水温及び溶存酸素量の推移（対照群）

2. 短期育成種苗の海水育成時の成長確認

2022年6月8日の海水育成終了時の平均体重はスチールヘッド系全雌二倍体で2,001.0g、スチールヘッド系全雌三倍体で1,687.7gであった(図9)。青森県のサーモン海面養殖では海面養殖用種苗(平均体重500g以上)を約5~8か月間の海水育成を行った後、概ね2kg以上で出荷をするが、全雌二倍体では出荷サイズの2kg以上まで成長することを確認した。また、海水育成終了時の生残数は全雌二倍体で55尾、全雌三倍体で48尾となり、スチールヘッド系全雌二倍体に比べ、スチールヘッド系全雌三倍体の生残数が少ない結果となった(図9)。よって、ライトリッツの給餌率表の150%給餌によって淡水での育成期間をふ化から約10か月に短縮したスチールヘッド系では、全雌二倍体が海面養殖用種苗として好適と考えられた。

水槽収容時の水温及び溶存酸素量はスチールヘッド系全雌二倍体の水槽で15.6℃、8.0mg/l、スチールヘッド系全雌三倍体の水槽で15.6℃、8.1mg/lであった。スチールヘッド系全雌二倍体の水槽の水温は4.4℃~16.1℃、溶存酸素量は7.6mg/l~11.5mg/lで推移した(図10)。スチールヘッド系全雌三倍体の水槽の水温は4.6℃~16.3℃、溶存酸素量は8.1mg/l~11.5mg/lで推移した(図11)。海産生物の育成条件として、海水中の溶存酸素量は6.0mg/l以上が求められる²⁾が、海水育成終了まで溶存酸素量が6.0mg/lを下回ることがなく、良好な環境であったと考えられた。

今回の海水育成試験では、スチールヘッド系全雌三倍体の生残数はスチールヘッド系全雌二倍体より減少する傾向を示した。ドナルドソン系ニジマスから海水適応能の高い群を選抜した海水耐性系ドナルドソンを親魚として作出した全雌三倍体を2014年~2015年にかけて海水育成したところ、生残率が50%となり、十分な成長も見られなかった³⁾。スチールヘッド系全雌三倍体も海水育成中の成長及び生残がスチールヘッド系全雌二倍体と比べ劣ることから、ニジマスの全雌三倍体は全雌二倍体より海水適応能が低い可能性が考えられた。なお、スチールヘッド系全雌二倍体のへい死は海水育成試験中における水槽からの飛び出しによるものであった。

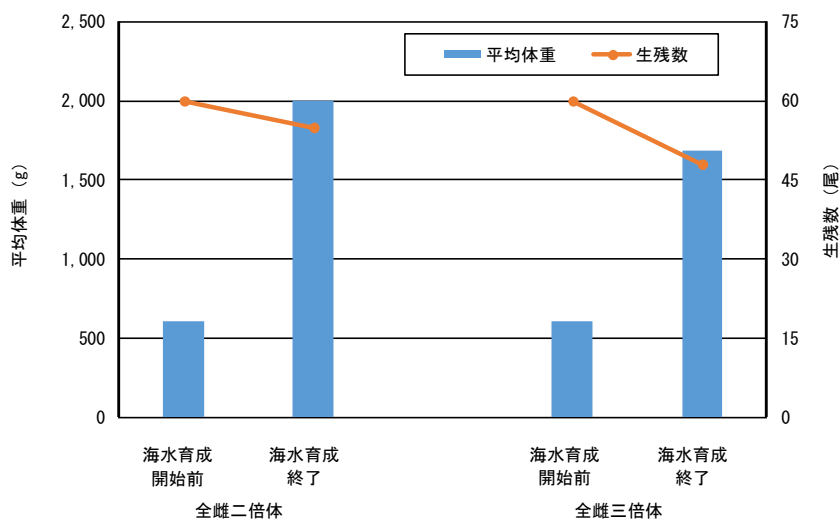


図9. 海海水育成時の体重と生残数の変化

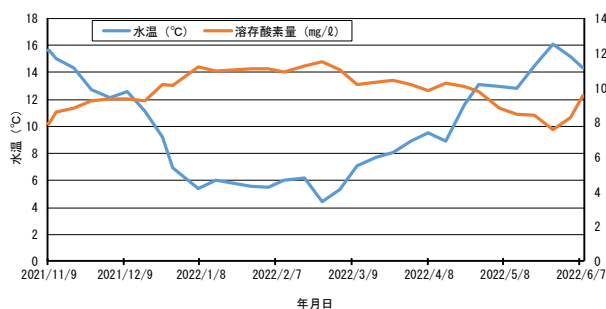


図10. スチールヘッド系全雌二倍体の海水育成時の海水温及び溶存酸素量の推移

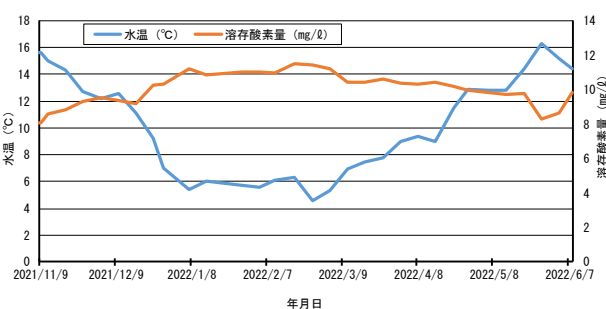


図11. スチールヘッド系全雌三倍体の海水育成時の海水温及び溶存酸素量の推移

文献

- 1) 田代文男・立川亘・鎌田淡紅郎・田村栄治・青江弘・矢辺芳治（1974）養魚講座第10巻ニジマス，14.
- 2) 日本水産資源保護協会（2018）．水産用水基準第8版
- 3) 前田穰（2020）大とろニジマス作出試験．平成27年度青森県産業技術センター内水面研究所報告，3-4.

シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業 (春から秋の中間育成技術開発) 遠藤 赳寛

目的

本県内水面漁業の重要資源であるヤマトシジミの持続的漁業生産に向けた資源管理手法として、大型種苗生産技術と放流手法の開発を進めている。ここでは2020年度に小川原湖水域で実施した浮き籠式中間育成試験¹⁾において、一部の試験区で課題となっていた稚貝の籠外への流失と酸欠による斃死の改善策を検討した。

材料と方法

1. 浮き籠式中間育成試験

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

(1) 稚貝流失対策試験

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

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

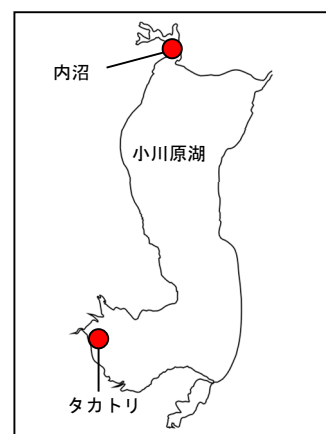


図1. 小川原湖水域における浮きカゴ式中間育成試験実施地点



図2. 試験に使用した浮き籠

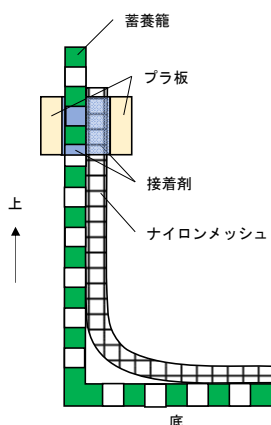


図3. 改良区の籠の断面図と、従来区・改良区の比較

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

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

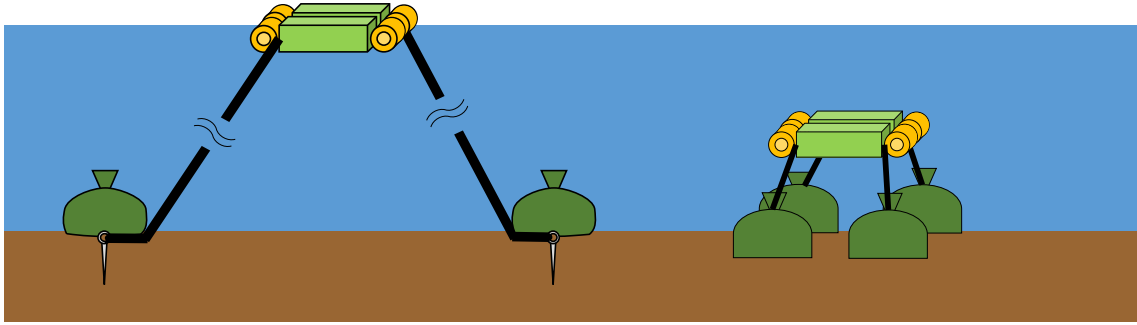


図 4. 表層及び中層試験区の模式図

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

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

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

(2) 酸欠対策試験

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

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

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



図 5. 内沼の酸欠対策試験及び湖面かけ流し試験区



図 6. 内沼の従来区（左）と改良区（右）

2. 湖面かけ流し式中間育成試験

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

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

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

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

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

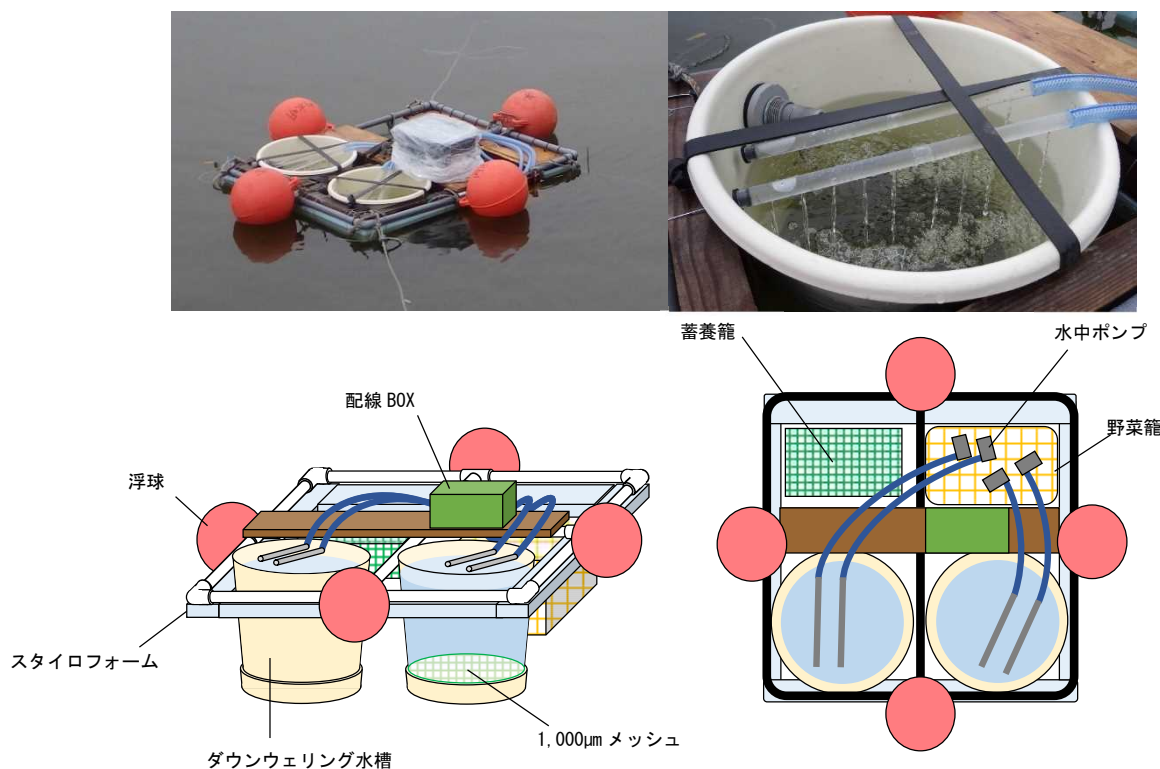


図 7. 湖面かけ流し式中間育成試験に用いた筏

3. 標識放流試験

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

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

結果と考察

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

1. 浮き籠式中間育成試験

(1) 稚貝流失対策試

各試験区における月別、サイズ階級別の平均殻長、生残数及

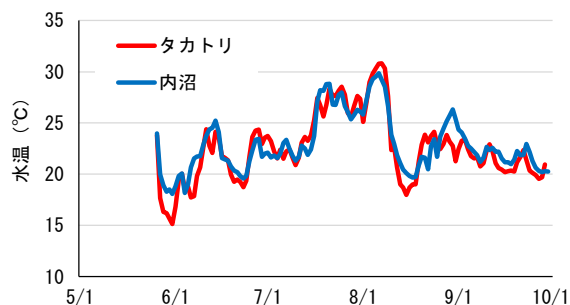


図 8. タカトリ及び内沼の日平均水温の推移

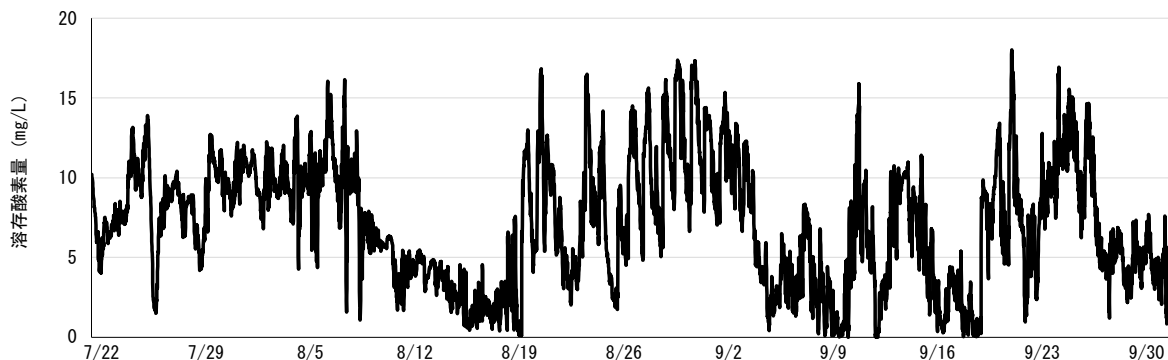


図9. 内沼の1時間ごとの溶存酸素量の推移

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

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

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

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

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

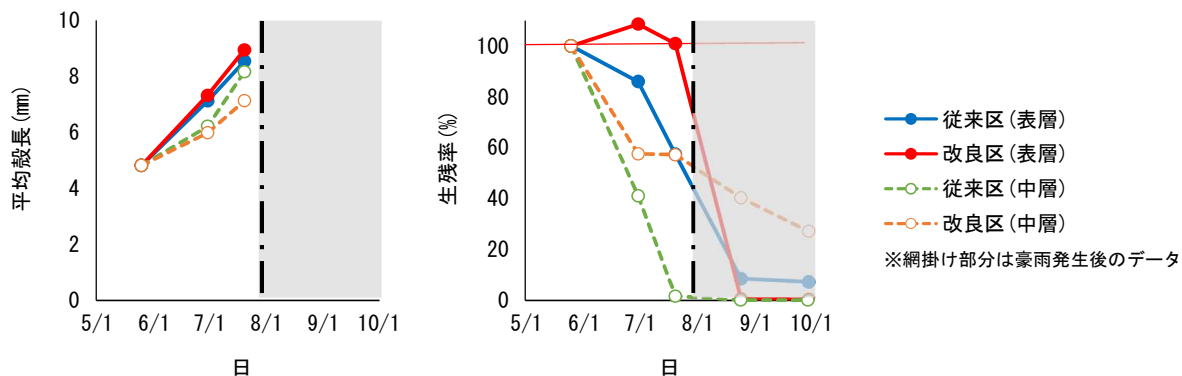


図10. タカトリにおける稚貝流失対策試験の平均殻長及び生残率の推移

(2) 酸欠対策試験

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

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

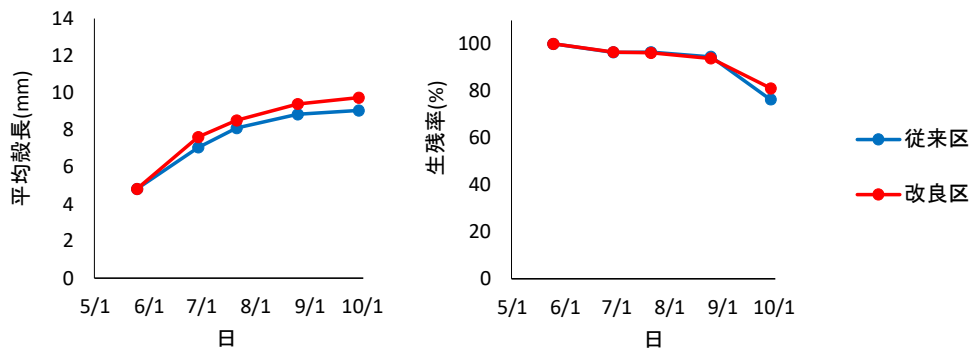


図 11. 内沼における酸欠対策試験の平均殻長及び生存率の推移

2. 湖面かけ流し式中間育成試験

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

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

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

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

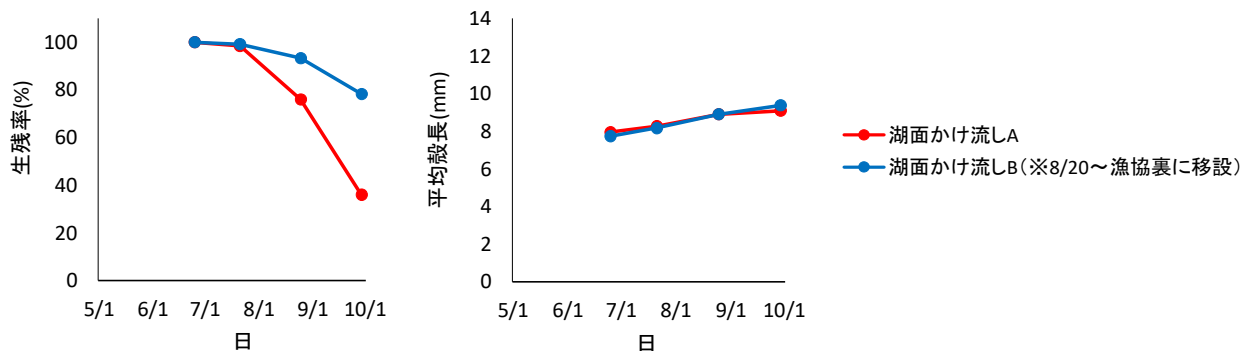


図 12. 内沼における湖面かけ流し式中間育成試験の平均殻長及び生存率の推移

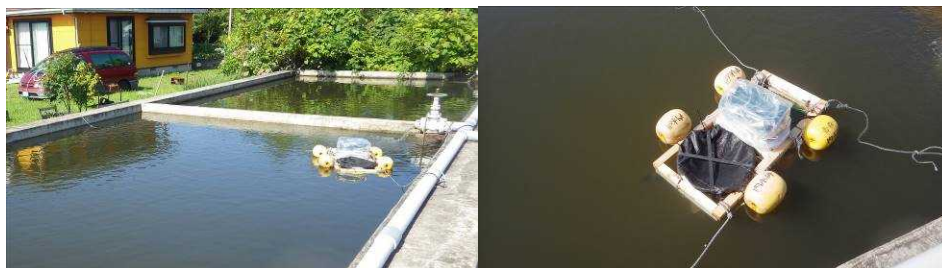


図 13. 小川原湖漁協事務所裏のコンクリート水槽に移設した湖面かけ流し試験区

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

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

表 2. 酸欠対策試験における月別サイズ階級別の生残数、総重量及び平均殻長

測定日	2.0mm残				3.3mm残				4.0mm残				6.5mm残				全体			
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	
	5月25日	4.13±0.57	500	9.83	5.52±0.41	500	25.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000	35.60
6月29日	4.17±0.48	25	0.40	5.36±0.36	128	5.90	7.26±0.91	745	88.50	9.30±0.40	66	15.20	7.06±0.82	964	110.00		7.06±0.82	964	110.00	
7月21日	4.50±0.39	18	0.44	5.69±0.32	93	4.36	7.98±0.92	662	83.34	10.02±0.59	192	47.17	8.10±0.81	965	135.31		8.10±0.81	965	135.31	
8月25日	4.54±0.35	8	0.20	5.54±0.41	39	1.72	7.96±0.80	476	59.81	10.22±0.99	422	115.98	8.84±0.88	945	177.71		8.84±0.88	945	177.71	
9月29日	4.73±0.12	4	0.10	5.68±0.40	27	1.27	7.86±0.89	358	47.73	10.47±0.99	374	111.30	9.05±0.93	763	160.40		9.05±0.93	763	160.40	

内沼ニ改良区

測定日	2.0mm残				3.3mm残				4.0mm残				6.5mm残				全体			
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	
	5月25日	4.13±0.57	500	9.75	5.52±0.41	500	25.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000	35.67
6月29日	4.50±0.51	13	0.30	5.57±0.39	105	5.20	7.74±0.87	766	95.10	9.70±0.42	81	18.30	7.62±0.79	965	118.90		7.62±0.79	965	118.90	
7月21日	4.88±0.38	5	0.15	5.76±0.34	42	2.07	8.07±0.79	639	87.52	10.06±0.77	276	72.04	8.52±0.77	962	161.78		8.52±0.77	962	161.78	
8月25日	-	-	-	5.71±0.40	15	0.72	8.11±0.69	383	53.91	10.43±1.19	540	168.61	9.40±1.00	938	223.24		9.40±1.00	938	223.24	
9月29日	-	-	-	5.79±0.30	6	0.32	7.99±0.89	293	42.37	10.79±1.34	512	174.16	9.74±1.19	811	216.85		9.74±1.19	811	216.85	

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

湖面かけ流しA

測定日	2.0mm残				3.3mm残				4.0mm残				6.5mm残				全体			
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)		平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	
	6月25日	-	-	-	-	-	-	-	7.96±0.76	1,000	144.50	-	-	-	-	-	-	7.96±0.76	1,000	144.50
7月21日	-	-	-	-	-	-	-	8.05±0.65	804	131.26	9.26±0.30	181	44.05	8.27±0.60	885	175.31	8.27±0.60	885	175.31	
8月25日	-	-	-	-	-	-	-	8.19±0.59	378	63.45	9.61±0.55	383	103.84	8.91±0.61	761	167.29	8.91±0.61	761	167.29	
9月29日	-	-	-	-	-	-	-	8.29±0.56	171	29.98	9.82±0.60	189	57.21	9.10±0.58	360	87.19	9.10±0.58	360	87.19	

湖面かけ流しB(※8/20から漁協裏コンクリート水槽に移動)

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

3. 標識放流試験

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

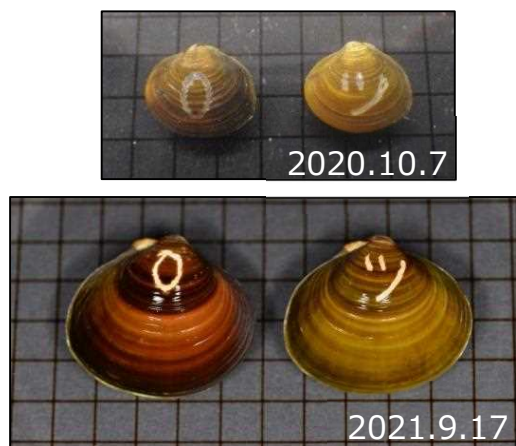


図 14. 10 mm放流群 (左) と 12mm 放流群 (右) の放流前と回収後の比較

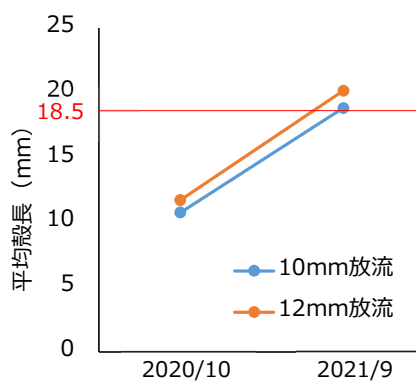


図 15. 10 mm放流群と 12mm 放流群の平均殻長の推移

文 献

- 1) 遠藤尠寛 (2022) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業. 2019・2020 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 67-74.

謝 辞

本事業にご協力いただきました小川原湖漁業協同組合の皆様に感謝申し上げます。

シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業
(稚貝越冬方法の開発)
遠藤 赳寛

目 的

本県内水面漁業の重要資源であるヤマトシジミの持続的漁業生産に向けた資源管理手法として、大型種苗生産技術と放流手法の開発を進めている。ここでは加温閉鎖循環システムを用いた冬期の稚貝管理における給餌作業の省力化と、効率的な餌供給による稚貝の成長促進を目的として、定量ポンプを組み合わせた連続給餌飼育システムの有効性を検討した。

材料と方法

試験に用いた閉鎖循環システムは長崎 (2022) ¹⁾と同様の構造とした (図 1)。飼育水には塩分 8psu の人工海水 280L を使用し、300W ヒーター2つで 28℃に加温した。ダウンウェリング水槽の底には目開き 132μm のナイロンメッシュを張り、500μm の篩を通した砂 200mL を敷いた。飼育中は保温のため 500L 水槽にスタイロフォームで蓋をした。

試験にはダウンウェリング水槽 3 つを使用し、うち 2 つについて、定量ポンプ (タカトテクニカ、TSP-60-AC-S) を用いて 20L のポリタンクから飼料を連続供給する構造とした。給餌速度は任意で調整できる。ポリタンク内には飼料を攪拌するため、観賞魚用の小型水中ポンプ (GEX、イーロカ PF-201) を入れ、常時循環させた。また、給餌用のホースには凍結と藻類の繁茂を抑制するため、発泡素材のパイプカバーを被せた。

ろ過槽 (ろ材にホタテ殻チップを利用)

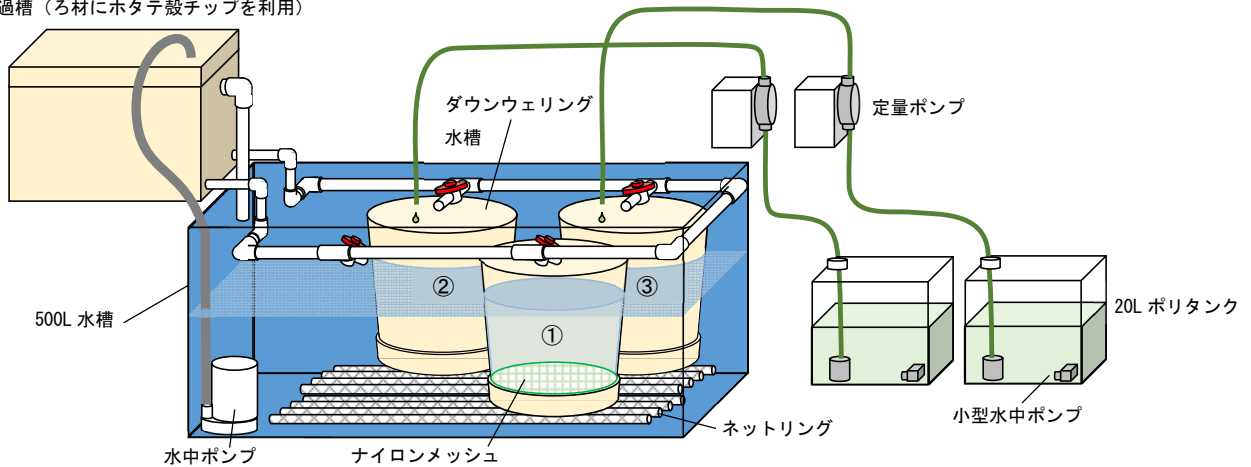


図 1. 試験に使用した閉鎖循環飼育システム

試験区は①1日3回給餌区、②9時間連続給餌区及び③15時間連続給餌区の3試験区とし、各試験区に2021年に小川原湖漁協で種苗生産した平均殻長1.52mmの稚貝約4,700個を収容した。①は従来どおり朝、昼、夕の1日3回、液量計で餌を計量して給餌し、②及び③は1日分の飼料を20Lに希釈して定量ポンプで指定の時間をかけて与える連続給餌とした。

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

およそ1か月に1度稚貝を全数回収し、目合い4.0mm、2.8mm、2.0mm、1.4mm、1.0mm及び0.7mmの篩を用いて、春から

秋の中間育成技術開発⁴⁾と同様の手順でサイズ階級別に殻長及び総重量を測定した。また、重量法により個体数を求めた。

①1日3回給餌試験区及び②9時間連続給餌区については2022年1月31日～3月28日まで試験を実施した。試験開始当初は①と②を別々の閉鎖循環システム（仕様は共通）で管理していたが、3月1日以降は同じ閉鎖循環システムに統合した。③15時間連続給餌区については2022年3月1日から追加で試験を開始し、4月27日に終了した。

試験期間中は水温ロガー(Onset、UTBI-001)を500L水槽内に設置して1時間毎の水温を記録した。また、水質計（東亜DKK、MM-42DP）によりpH及び溶存酸素濃度を、塩分計（YSI、PR030）により塩分を、アンモニア性窒素試薬セット（HACH、HACH1389）、亜硝酸試薬（HACH、HACH0596）、硝酸性窒素試薬セット（HACH、HACH1088）及びポータブル吸光度計（HACH、DR900）によりアンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度及び硝酸態窒素濃度を適宜測定した。

結果と考察

試験期間中の水温、塩分、pH、溶存酸素濃度、アンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度及び硝酸態窒素濃度は図2のように推移した。

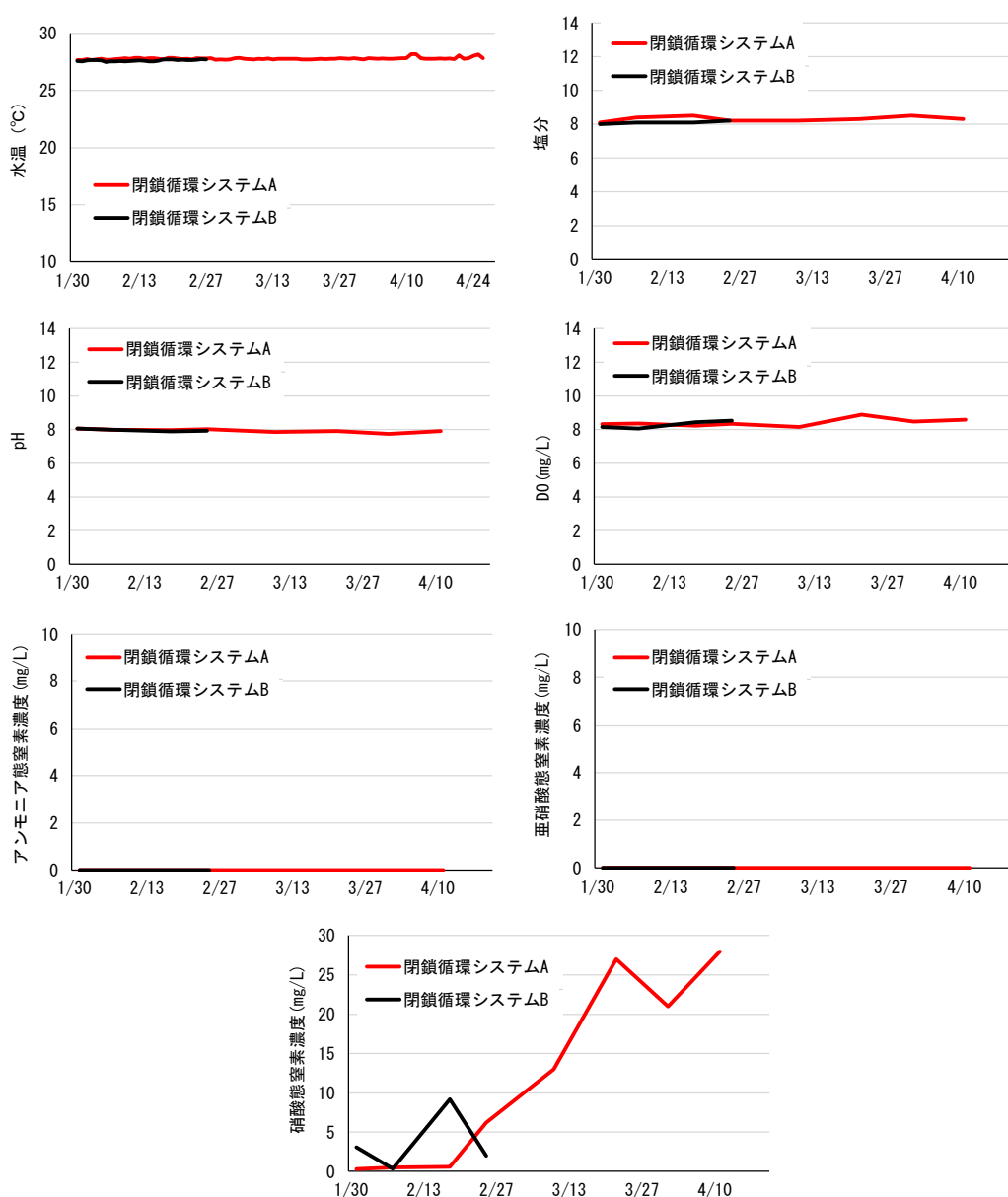


図2. 試験期間中の各種水質測定値の推移（※閉鎖循環システムBは2月28日まで運用）

水温、塩分は試験開始時に設定した 28℃、8psu 前後を維持した。pH は終始 8 前後で、ろ材にホタテ殻を利用した長崎 (2022) ¹⁾等と同様の傾向を示した。溶存酸素濃度は終始 8mg/L 以上を維持し、酸欠に繋がる濃度低下は無かった。アンモニア態窒素濃度及び亜硝酸態窒素濃度は試験期間を通してほぼ 0mg/L を維持し、ろ材に付加した硝化細菌が十分に機能していた。硝酸態窒素濃度は試験の経過に伴い上昇し、試験終盤には 28mg/L まで上がった。

各試験区のサイズ階級別の平均殻長、個体数及び総重量は表 1 のようになった。また、各試験区の平均殻長及び生残率は図 3 のように推移した。なお、重量法で求めた個体数には誤差があり、一部で収容時の個体数をわずかに上回った。収容時の数を上回った場合は生残率を 100% として扱った。

試験終了時の平均殻長は③15 時間連続給餌区が 2.81mm で最も大きく、次いで②9 時間連続給餌区が 2.62mm、①1 日 3 回給餌区が 2.61mm でほぼ同等だった。生残率は高い方から順に③15 時間連続給餌区が 100%、②9 時間連続給餌区が 96%、①1 日 3 回給餌区が 89% となった。

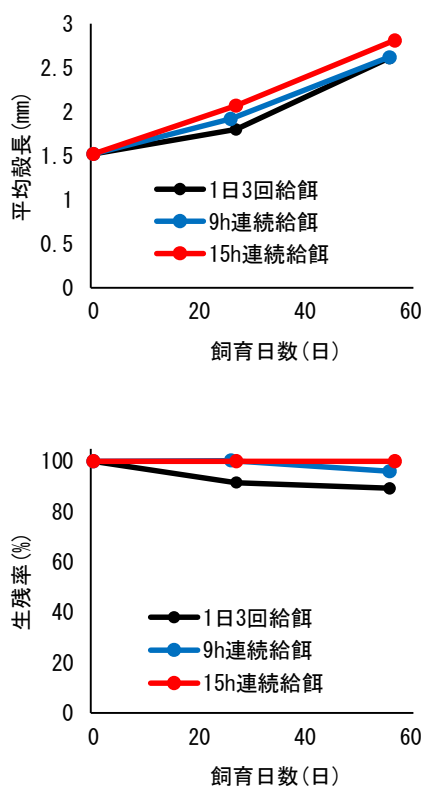


図 3. 各試験区の平均殻長 (上) 及び生残率 (下) の推移

表 1. 各試験区のサイズ階級別の個体数、総重量及び平均殻長

測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			4.0mm残			全体		
	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD (mm)	個体数 (個)	総重量 (g)
①1日3回給餌区																					
1月31日	1.28±0.13	2,671	1.76	1.84±0.28	2,010	3.38	2.27±0.24	1,115	4.06	3.39±0.28	74	0.73	4.86	1	0.03	-	-	-	-	-	-
2月26日	1.30±0.11	865	0.62	1.70±0.16	2,234	3.14	2.42±0.28	2,152	9.52	3.44±0.36	910	10.58	5.17±0.63	160	5.42	-	-	-	-	-	-
3月28日	1.36±0.11	54	0.04	1.87±0.14	905	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
②9時間連続給餌区																					
1月31日	1.28±0.13	2,671	1.76	1.84±0.28	2,010	3.38	2.43±0.31	1,154	4.37	3.47±0.35	75	0.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2月26日	1.39±0.10	866	0.61	1.83±0.17	2,601	3.77	2.50±0.27	2,368	10.48	3.52±0.39	897	9.86	5.13±0.62	135	4.32	-	-	-	-	-	-
3月28日	1.42±0.10	71	0.07	1.85±0.17	1,021	1.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③15時間連続給餌区																					
1月31日	1.22±0.15	1,623	0.83	1.68±0.19	3,049	3.86	2.48±0.30	2,018	8.34	3.38±0.22	73	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3月28日	1.42±0.09	570	0.45	1.79±0.19	2,013	3.22	2.52±0.30	2,309	9.70	3.56±0.40	1,270	14.77	4.90±0.43	271	7.29	6.68±0.50	25	1.69	2.81±0.32	4,795	34.85
4月27日	1.41±0.10	145	0.11	1.82±0.16	775	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

②9 時間連続給餌区及び③15 時間連続給餌区がいずれも①1 日 3 回給餌区と同等以上の成長、生残を示したことから、定量ポンプを用いた連続給餌の導入によって給餌作業の省力化と稚貝の成長促進を両立できるものと推察された。

本試験の飼育密度、給餌量では 9 時間よりも 15 時間の連続給餌で成績が良かったものの、15 時間よりさらに時間をかけて給餌した場合については確認できていない。また、社会実装に際してはより高密度での飼育が想定される。適切な給餌量で常時餌を添加することで連続給餌の効果を最大化できると考えられることから、今後、飼育密度と単位時間あたりの給餌量の関係について検証が必要である。

本試験の連続給餌方法では、ダウンウェリング水槽 1 つにつき定量ポンプ 1 台が必要となる。今後、使用するポンプの台数を減らす方法として、ろ過槽の出口など、配管の途中に飼料を添加する構造とすることで、注水と同時にすべての水槽に餌を供給できるように改善できるものと考えられる。

文 献

- 1) 長崎勝康 (2022) シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業 (閉鎖循環システムによるヤマトシジミ種苗生産)
- 2) . 平成 30 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 23-27.
- 2) 長崎勝康 (2021) シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業 (シジミ種苗生産のための低コスト餌料の検討) . 平成 29 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 17-19.
- 3) 松谷紀明 (2022) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業. 2019・2020 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 60-66.
- 4) 遠藤尅寛 (2023) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業 (春から秋の中間育成技術開発) . 2021 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 30-37.

ヤマトシジミ低水温蓄養の検討

長崎 勝康・遠藤 尠寛

目的

ヤマトシジミ（以下シジミと記載）の持続的漁業生産に向けた資源管理手法のひとつとして、種苗生産技術開発を進めている。これまでに、閉鎖循環システムを使い加温飼育することで秋までに殻長1mm～数mmの稚貝の生産が可能となった¹⁾。これらの種苗を翌春まで低コストで簡易に蓄養する方法として、自然下のシジミが越冬する状況にならない低水温下で蓄養する方法について検討した。

材料と方法

(1) 試験方法

試験区は湧水を用いた淡水区と湧水を人工海水で7.0psuに調整した汽水区を設けた。低水温蓄養期間は、およそ1か月間、2か月間及び3か月間とし、蓄養後に生残を確認した。

試験には、2021年夏季に小川原湖産シジミを親として生産した稚貝を供した。殻長2.0～2.7mmの稚貝を小型群、3.0～5.9mmの稚貝を大型群とし、それぞれ20個を1試験区とした。

試験には300mlプラスチックビーカーを使用した。試験中のへい死貝の腐敗による他の稚貝への影響を減らすために、大型群ではビーカー1個に稚貝5個を収容し、4個のビーカーを1試験区とした。また小型群ではビーカー1個に10個の稚貝を収容し2個のビーカーを1試験区とした。また、各ビーカーには約20mlの砂を薄く敷いた(図1)。

試験に供した稚貝は、試験前まで25℃前後で飼育していたため、各ビーカーに収容後、水温約11℃で2日間水温馴致した後、冷蔵庫へ収容した(図2)。

冷蔵庫収容中は、給餌、水替えは行わず、数週間毎に蒸発した分の水を加えた。

水温は自記式水温計(Onset社UTBI-001)で1時間毎に測定した。

(2) 生死の判別

冷蔵庫に収容した日を1日目とし、33日目(1か月後)、61日目(2か月後)、90日目(3か月後)に各試験区の稚貝を実体顕微鏡下で観察して生死を判別し、生残個体については殻長を測定した。殻が開いたままの個体や、水カビがついた個体はへい死個体と判別できたが、低水温下で殻が閉じた状態の個体の生死判別はできなかつたため、3～4日かけて水温を25℃に戻しながら1週間の給餌飼育を行い、改めて各個体の活動を確認し、生残個体を確定した。

結果

(1) 水温

水温は約11℃の馴致2日間を経て、冷蔵庫に収容され4時間後には4℃に低下した。その後、水温は午後2時前後に上昇する日周期を示しながら2.4～4.5℃の間で推移した(図3)。



図1. 稚貝を収容したビーカー



図2. 冷蔵庫内に収容した試験区

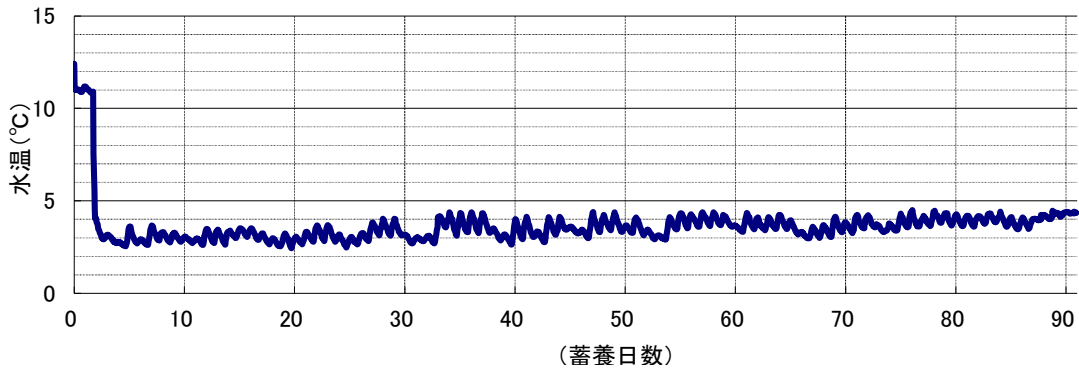


図 3. 低水温蓄養試験中の水温の推移

(2) 低水温蓄養結果

塩分 7.0psu で蓄養した汽水区では、大型群、小型群ともに蓄養期間 90 日まで 90%以上の高い生残率を示した(表 1、図 4)。

淡水区大型群の生残率は、33 日目まで 35%、61 日目と 90 日目で 15%、また小型群では 33 日目 95%、61 日目で 10%、90 日目で 5%となり、33 日目以降急激な低下を示した。

表 1. ヤマトシジミ低水温蓄養後の生残数

蓄養日数	(個)				(mm)		
	1/14	2/15	3/15	4/13	平均	開始時殻長 最小	最大
汽水大-1	20	20			3.9	3.1	4.5
汽水大-2	20		20		3.9	3.1	5.9
汽水大-3	20			19	4.0	3.0	4.8
汽水小-1	20	19			2.2	2.0	2.5
汽水小-2	20		18		2.2	2.0	2.6
汽水小-3	20			20	2.3	2.0	2.7
淡水大-1	20	7			3.9	3.2	5.2
淡水大-2	20		3		3.9	3.1	4.8
淡水大-3	20			3	4.0	3.2	5.2
淡水小-1	20	19			2.2	2.0	2.4
淡水小-2	20		2		2.2	2.0	2.6
淡水小-3	20			1	2.2	2.0	2.4

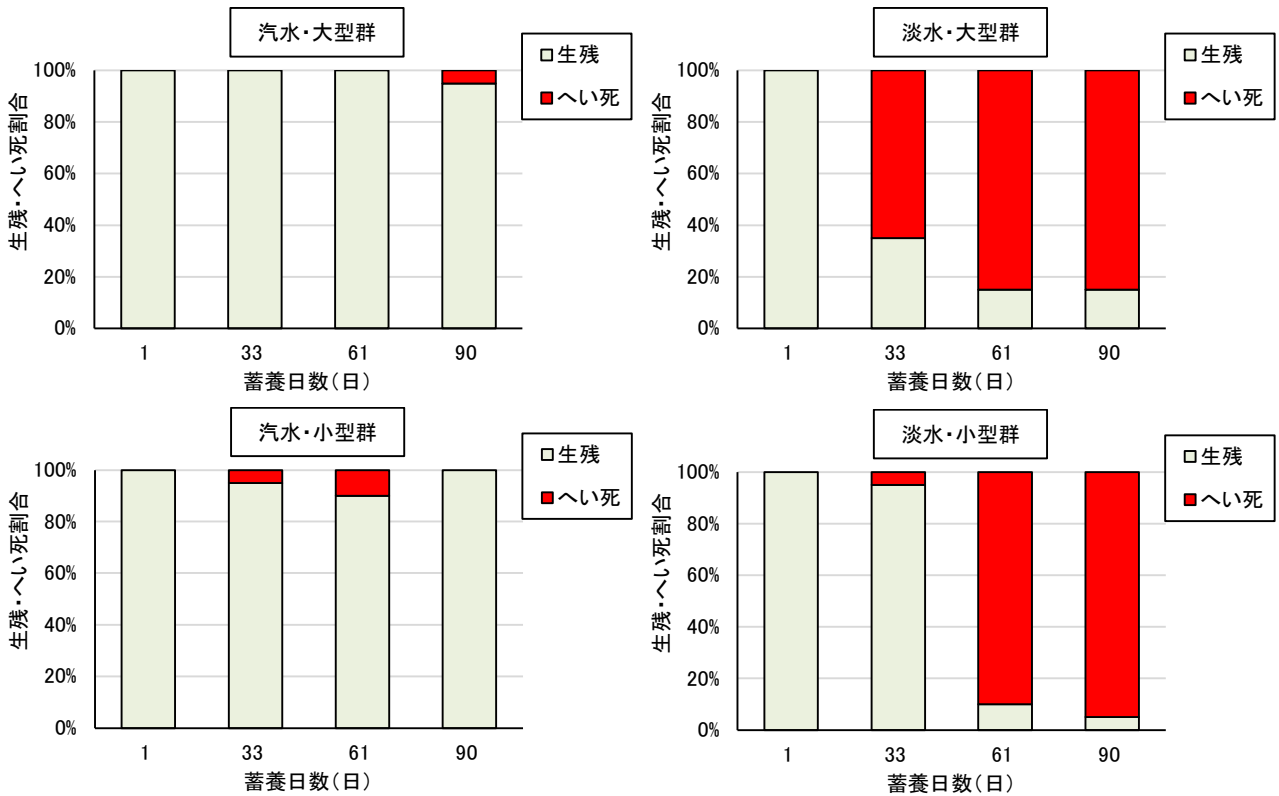


図 4. ヤマトシジミ低水温蓄養期間別生残とへい死割合

(3) 成長

試験区の中で生残確認時に全ての個体が生残していた試験区は3区あり、3区について開始時と生残確認時の平均殻長を比較した。平均殻長は、汽水大型群33日目で開始時3.9mm→終了時3.9mm、汽水大型群61日目で開始時3.9mm→終了時4.0mm、汽水小型群90日目で開始時2.3mm→終了時2.3mmと蓄養期間中の成長は見られなかった(表3)。

表3. ヤマトシジミ低水温蓄養開始時と終了時の殻長

	開始時殻長(mm)			蓄養日数 (日)	生残数 (個)	終了時殻長(mm)		
	平均	最小	最大			平均	最小	最大
汽水大-1	3.9	3.1	4.5	33	20	3.9	3.1	4.5
汽水大-2	3.9	3.1	5.9	61	20	4.0	3.1	5.9
汽水小-3	2.3	2.0	2.7	90	20	2.3	2.0	2.7

考 察

ヤマトシジミ稚貝は、7.0psuの汽水を使い水温3℃前後(2.4~4.5℃)に低下させることで3か月間の無給餌蓄養が可能であった。

3℃前後の水温は小川原湖の1月から3月の厳冬期の水温(図5)に相当し、シジミは活動を止めいわゆる冬眠状態になっていると考えられる。

一方で淡水での蓄養の場合、同じ水温でも大型群では33日目で生残率35%、小型群でも61日目には10%と急激に生残率は低下しており、

淡水の場合は浸透圧調整にエネルギーが使われ長期の蓄養には耐えられなかった可能性が考えられる。

試験では低密度での蓄養であったため、水替え、通気等実施していないが、実際に稚貝を低水温化で長期蓄養する場合には、高密度で収容することが想定されるため、水替えや通気など検討する必要がある。

ヤマトシジミの生息する天然の湖沼河川においては、同じような水温環境下で成貝も越冬しており、成貝でも同様の生残を示す可能性が十分に考えられる。今後成貝においても低水温での蓄養が可能であることが確認できれば、シジミ漁獲物の鮮度保持への利用や種苗生産現場で成熟親貝の長期蓄養などへ応用できる可能性がある。

文 献

- 1) 長崎勝康(2021)シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業. 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.



図5. 小川原湖南部の底層日平均水温
(水深1m、期間2006/11/1~2007/4/30)

資源管理基礎調査事業（ヤマトシジミ）

榎 昌文・静 一徳・遠藤 起寛

目的

本県内水面漁業の重要資源であるヤマトシジミ（以後シジミという）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資源量を明らかにする。

材料と方法

1. ヤマトシジミ現存量調査

(1) 小川原湖

調査は2021年9月6日と7日に行った。調査地点は、小川原湖の10m以浅（面積 約25.5km²）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回底泥を採取し、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、小川原湖内をイカト、セモダ、三沢灘、船ヶ沢前、タカトリ、島口の6地区に分けて地区毎に1m²あたりの平均現存量を求め、面積で引き伸ばして地区別に算出した。

(2) 十三湖

調査は2021年8月16日と17日に行った。調査地点は、十三湖の全域（18.06km²）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、湖全体の1m²あたりのシジミ平均現存量を求め、一般漁場面積に引き延ばして求めた。湖の一般漁場面積は、総面積を18.06km²とし、この面積から個人の蓄養場（0.34km²）、スナザキ休漁区（0.0025km²）を除いた17.7km²とした。

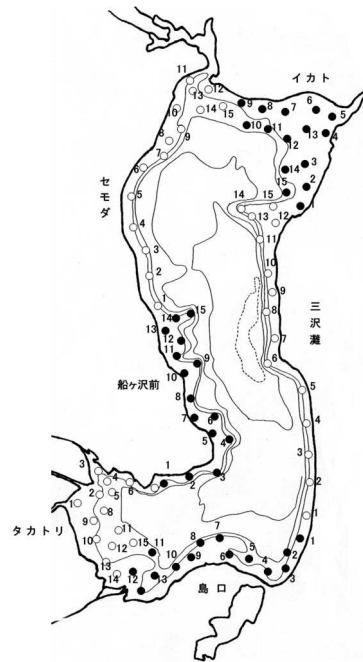


図1. 小川原湖のヤマトシジミ現存量調査地点

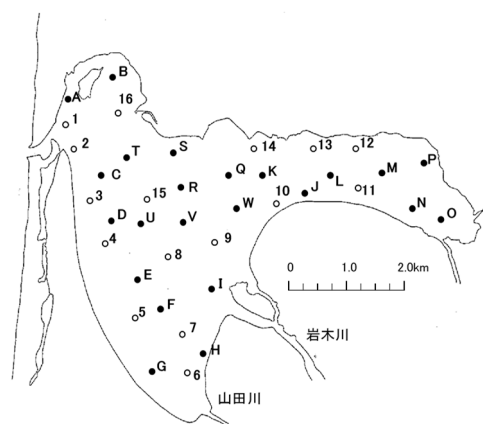


図2. 十三湖のヤマトシジミ現存量調査地点

結果と考察

1. ヤマトシジミ現存量調査

(1) 小川原湖

小川原湖の現存量は、漁獲サイズとされる殻長18.5mm以上が約4,270トン（2020年4,910トン）、殻長18.5mm未満のものが約5,390トン（2020年9,420トン）、合計約9,660トン（2020年14,330トン）と推定され、前年と比べて約4,670トン減少した（図3）。

地区別現存量は、イカトでは2,420トン（2020年3,390トン）、セモダが2,940トン（2020年2,680トン）、三沢灘が1,360トン（2020年3,820トン）、船ヶ沢前が1,690トン（2020年2,620トン）、タカトリが530トン（2020年600トン）、島口

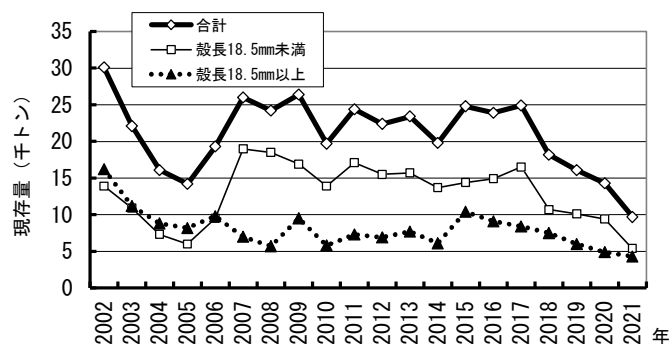


図3. 小川原湖におけるヤマトシジミ現存量の推移

※1 発表誌：令和3年度ヤマトシジミ現存量調査報告書（小川原湖・十三湖・高瀬川）. 令和4年3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

が730トン(2020年1,220トン)であった。前年と比較してセモダを除く5地区で減少しており、最も減少が大きかった三沢灘の2,460トンであった。

全域の1m²あたりのシジミ平均個体数は、681個/m²と推定され、前年の1,124個/m²から443個減少した(図5)。

小川原湖においては、2018年以降新規加入量が少なく、さらに現存量も減少傾向にあることから資源の減少傾向は数年続くものと考えられる。

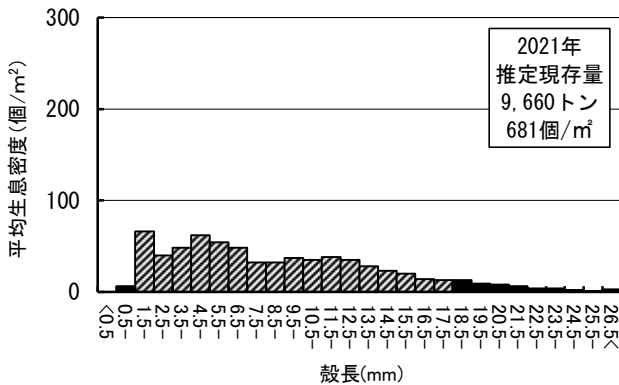


図4. 小川原湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度

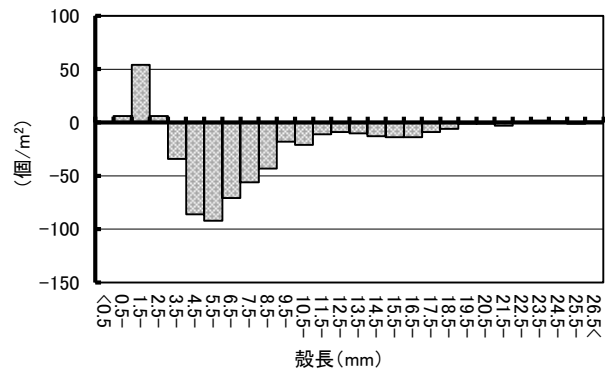


図5. 小川原湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度の増減
(2021年結果を前年と比較)

(2) 十三湖

十三湖全体の現存量は、漁獲サイズとされる殻長18.5mm以上が約3,100トン(2020年1,200トン)、殻長18.5mm未満のものが約8,000トン(2020年11,300トン)、合計約11,100トン(2020年12,500トン)と推定され、前年より1,400トン減少した(図6)。全域の1m²あたりの平均生息密度は、1,490個/m²と推定され、前年の2,953個/m²から1,463個減少した。

殻長別平均生息密度では、前年(2020年)生まれにあたる殻長2mm前後に顕著なピークが見られず、2020年の産卵、または産卵後の生残が良くなかったと考えられる(図7)。

殻長別生息密度の前年との比較では、密度はほぼ全てのサイズで減少しており、特に殻長3mm前後のサイズで大きく減少していた(図8)。

2021年は十三湖資源への殻長2mm前後の稚貝の加入量が著しく少ないうえ、次年度以降漁獲サイズに加わる殻長18mm以下のサイズでも全般的に減少していることから、資源の減少傾向は続くと考えられる。

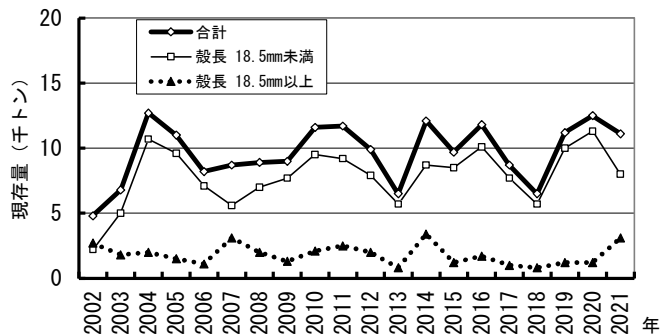


図6. 十三湖におけるヤマトシジミ現存量の推移

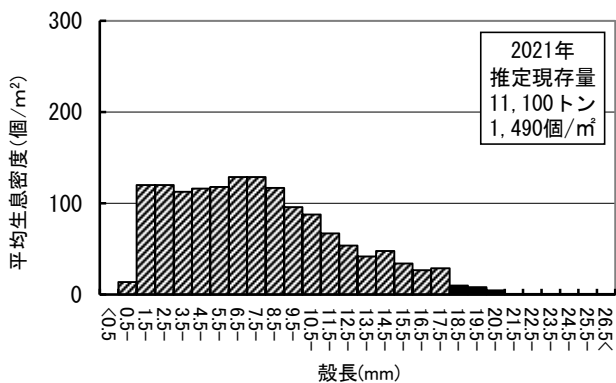


図7. 十三湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度

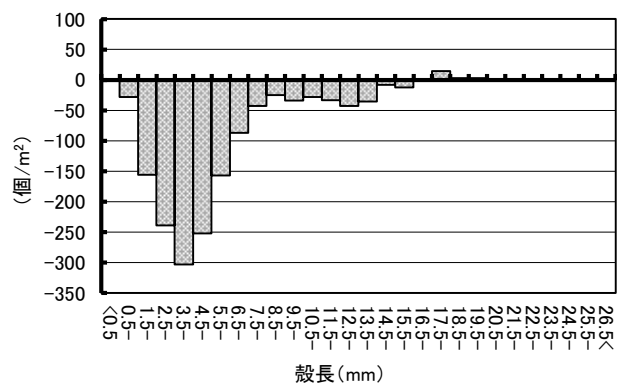


図8. 十三湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度の増減
(2021年結果を前年と比較)

さけ・ます資源増大対策調査事業（サケ）

榊 昌文

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2021年8月から2022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、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。

[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2河川：川内川、野辺地川

日本海3河川：赤石川、追良瀬川、笹内川

2. 増殖実態調査

各ふ化場で放流回毎に100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（川内川及び大畑川は、ふ化場担当者が測定）。なお、大畑川においては、2021年8月に発生した豪雨災害によりふ化場が使用不能となったため、川内町漁協さけふ化場の協力を得て稚魚を生産し、大畑川に放流した。

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14,594尾（前年比44%）であった。地域別では太平洋が10,694尾（前年比51.6%）、津軽海峡が278尾（前年比16.7%）、陸奥湾が1,795尾（前年比31.6%）、日本海が1,827尾（前年比35.5%）であった。

河川別では新井田川（前年比69.4%）、馬淵川（前年比45.3%）、五戸川（前年比83.3%）、奥入瀬川（前年比45.2%）、老部川（前年比53.5%）、大畑川（前年比16.7%）、川内川（前年比14.8%）、野辺地川（前年比88.4%）、赤石川（前年比38.5%）、追良瀬川（前年比29.1%）及び笹内川（前年比61.2%）と全河川で前年度を下回った。

2021年度は前年をさらに下回る来遊数となった。特に太平洋側の主要河川であり、卵の供給元でもある新井田川、奥入瀬川馬淵川が大幅な減少となったことで、県内全域で種卵確保が厳しい状況となった。種卵確保に向けて海産親魚供給の強化を図ったが、沿岸での漁獲量も少なかったことから、十分な種卵確保には至らなかった。

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	川内川	野辺地川	計	赤石川	追良瀬川	笹内川	計		
捕獲尾数 (尾)	3,112	2,740	299	3,849	694	10,694	278	606	1,189	1,795	526	920	381	1,827	14,594	
対前年比 (%)	69.4	45.3	83.8	45.2	53.5	51.6	16.7	14.8	88.4	31.6	38.5	29.1	61.2	35.5	44.0	

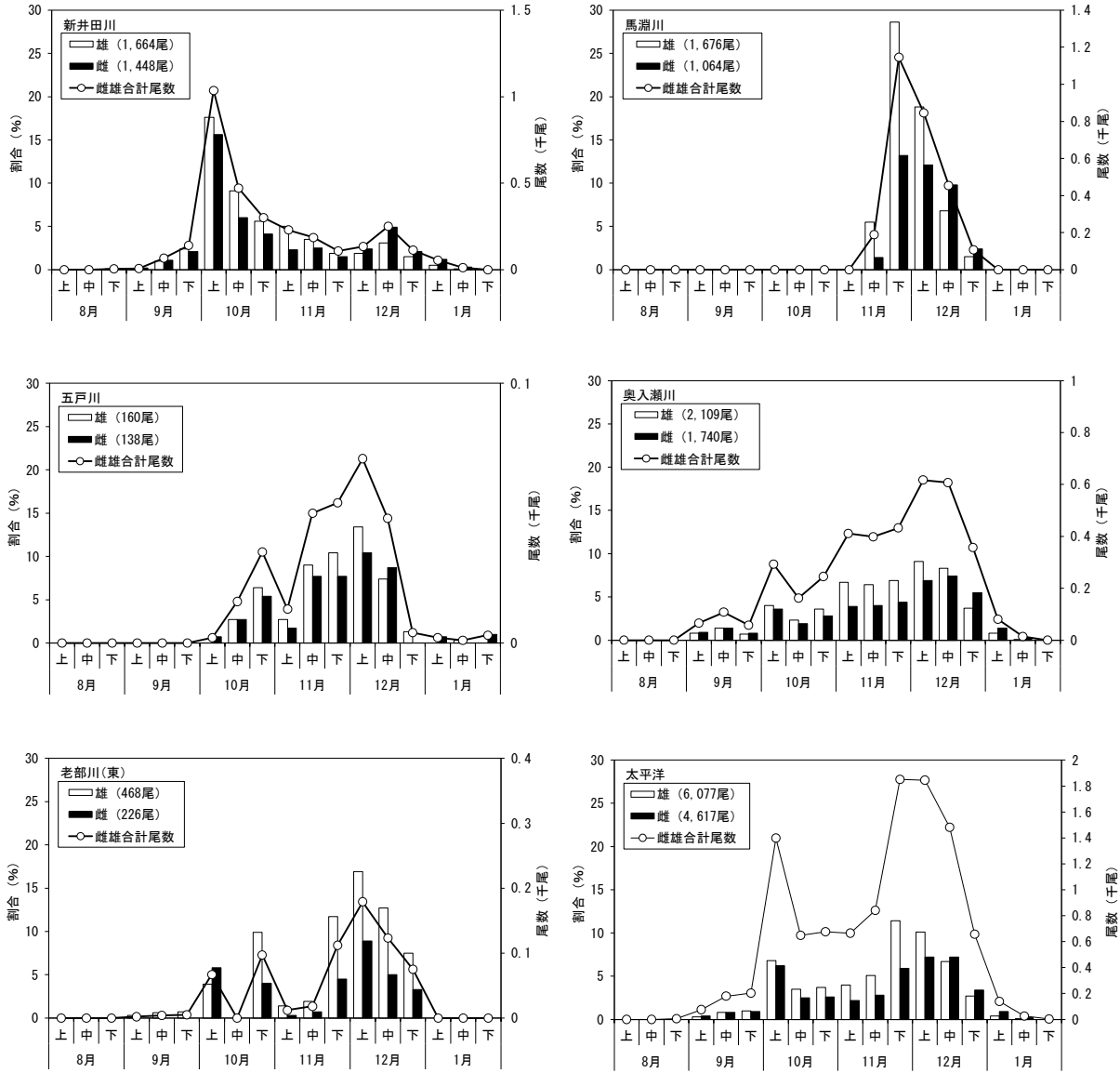


図 1-1. 河川別捕獲親魚尾数 (太平洋)

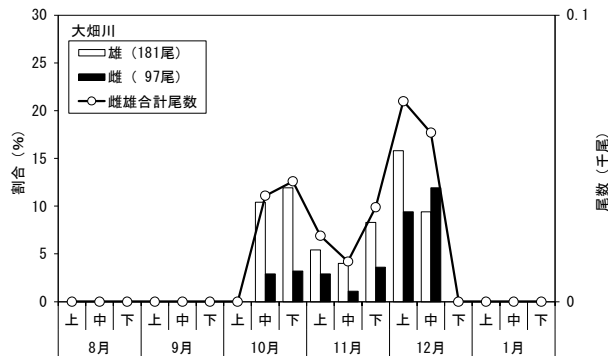


図 1-2. 河川別捕獲親魚尾数 (津軽海峡)

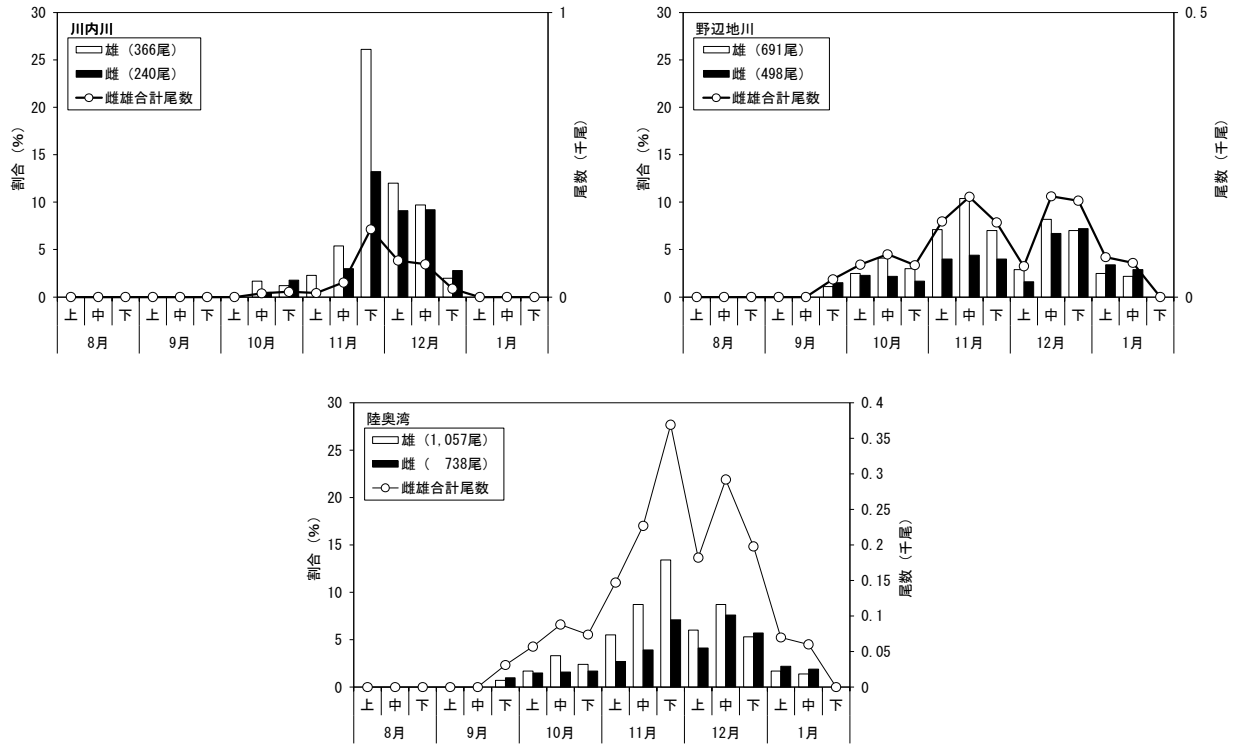


图 1-3. 河川別捕獲親魚尾数（陸奥湾）

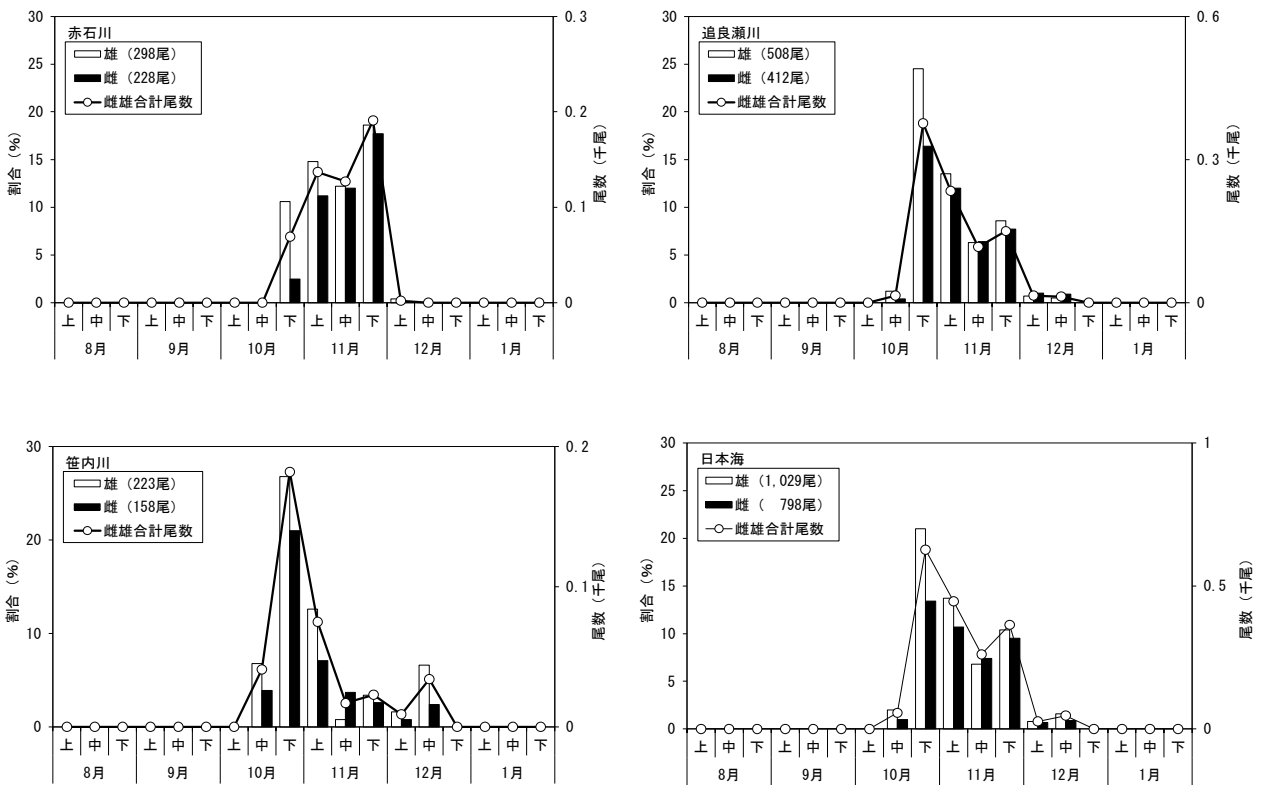


图 1-4. 河川別捕獲親魚尾数（日本海）

2021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。

年齢組成を河川別にみると、全河川で4年魚>3年魚>5年魚の順となっていた。

県全体の捕獲尾数は前年比44%まで減少しているうえに、漁獲の主群である3年魚、4年魚、5年魚で過去に例が無いほどの低水準となっていることから、2022年度の捕獲尾数はさらに減少するものと考えられた。

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	1.2	37.0	39.4	22.4	0.0	0.0	1,664	0.0	21.0	40.6	38.4	0.0	0.0	1,448	0.6	29.6	39.9	29.9	0.0	0.0	3,112			
馬淵川	0.0	70.2	20.0	9.4	0.4	0.0	1,676	0.0	50.6	34.0	13.9	1.5	0.0	1,064	0.0	62.6	25.4	11.2	0.8	0.0	2,740			
奥入瀬川	1.0	55.1	30.0	14.0	0.0	0.0	2,109	0.0	22.1	44.2	33.6	0.1	0.0	1,740	0.5	40.2	36.4	22.8	0.1	0.0	3,849			
老部川(東)	0.0	32.5	40.1	27.3	0.0	0.0	468	0.0	17.1	39.5	43.4	0.0	0.0	226	0.0	27.5	39.9	32.6	0.0	0.0	694			
太平洋 計	0.7	52.5	30.6	16.1	0.1	0.0	5,917	0.0	28.3	40.3	31.0	0.4	0.0	4,478	0.4	42.1	34.8	22.5	0.2	0.0	10,395			
大畑川	0.0	32.5	44.1	23.1	0.3	0.0	181	0.0	15.1	51.9	33.0	0.0	0.0	97	0.0	26.4	46.8	26.5	0.2	0.0	278			
津軽海峡 計	0.0	32.5	44.1	23.1	0.3	0.0	181	0.0	15.1	51.9	33.0	0.0	0.0	97	0.0	26.4	46.8	26.5	0.2	0.0	278			
川内川	0.0	25.5	65.6	8.9	0.0	0.0	366	0.0	12.2	72.3	15.5	0.0	0.0	240	0.0	20.2	68.3	11.5	0.0	0.0	606			
野辺地川	10.5	21.4	57.4	10.7	0.0	0.0	691	0.6	16.1	70.6	12.7	0.0	0.0	498	6.3	19.2	62.9	11.6	0.0	0.0	1,189			
陸奥湾 計	6.9	22.8	60.2	10.1	0.0	0.0	1,057	0.4	14.8	71.2	13.6	0.0	0.0	738	4.2	19.5	64.7	11.5	0.0	0.0	1,795			
赤石川	1.3	51.4	44.3	3.0	0.0	0.0	298	0.0	33.4	58.2	8.4	0.0	0.0	228	0.7	43.6	50.3	5.3	0.0	0.0	526			
追良瀬川	0.1	23.2	63.0	13.7	0.0	0.0	508	0.0	18.8	66.8	14.4	0.0	0.0	412	0.1	21.2	64.7	14.0	0.0	0.0	920			
笹内川	0.0	28.7	50.0	21.3	0.0	0.0	223	0.0	28.4	64.5	7.1	0.0	0.0	158	0.0	28.6	56.0	15.4	0.0	0.0	381			
日本海 計	0.4	32.5	54.8	12.3	0.0	0.0	1,029	0.0	24.9	63.8	11.3	0.0	0.0	798	0.2	29.2	58.7	11.8	0.0	0.0	1,827			
県 計	1.4	45.7	37.8	15.0	0.1	0.0	8,184	0.0	26.0	47.3	26.3	0.3	0.0	6,111	0.8	37.3	41.8	19.8	0.2	0.0	14,295			

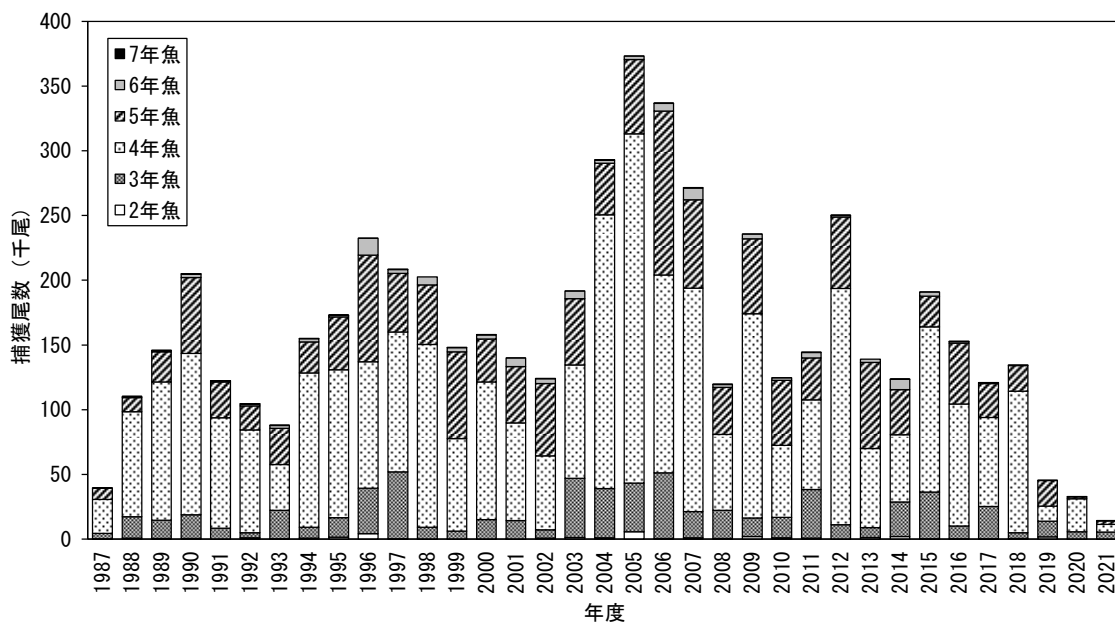


図2. 年齢別河川捕獲親魚尾数の推移 (全県)

表3. 地域別年齢別河川捕獲尾数の推移（1987～2021年）

地域	年	推定尾数（尾）						河川捕獲 尾数	地域	年	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	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			
津軽海峡	1987	0	104	422	77	5	0	608	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			

※太平洋地域は五戸川を除く。

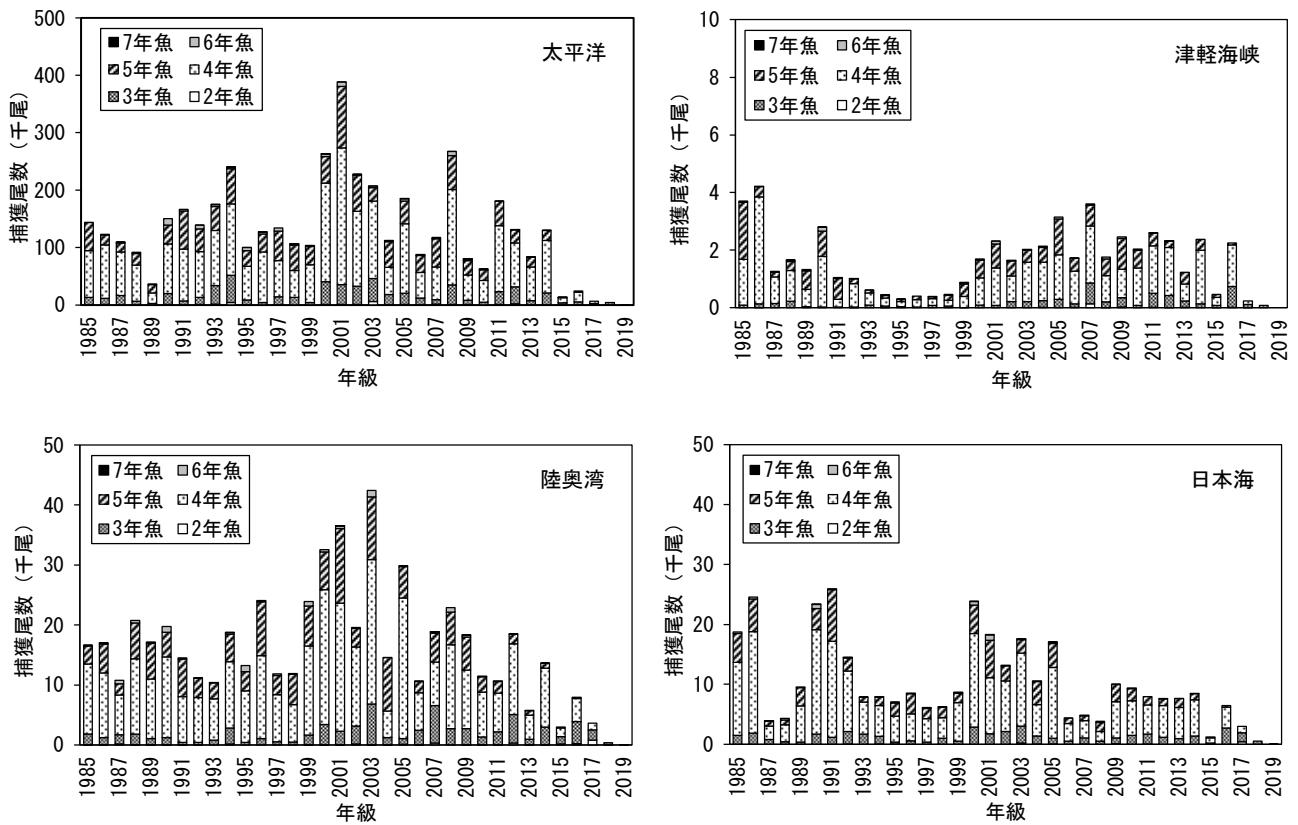


図3. 年級群別河川捕獲親魚尾数の推移

2021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、1995年から2021年までの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。

2021年度の全県の平均体重は、3年魚で雌2.5kg、雄2.3kg、4年魚で雌3.3kg、雄3.1kg、5年魚で雌3.7kg、雄3.6kgであった。2018年度以降は全県の3年魚の尾叉長、体重で雌雄ともに減少傾向にあった。

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	61.4	2.4	10.2	67.1	3.2	10.4	70.0	3.6	10.4	60.9	2.3	10.4	66.4	3.1	10.3	70.4	3.6	10.3
馬淵川	62.0	2.4	9.9	68.3	3.3	10.3	71.8	4.0	10.7	61.1	2.2	9.6	66.7	3.0	9.9	71.1	3.7	10.0
奥入瀬川	63.9	2.7	10.2	68.3	3.3	10.2	71.4	3.7	10.0	61.1	2.3	9.8	65.3	2.8	9.8	69.6	3.5	10.1
老部川(東)	63.0	2.5	9.9	68.7	3.4	10.2	72.3	3.8	10.1	60.9	2.2	9.6	71.6	3.5	9.4	73.2	3.6	8.9
太平洋	62.5	2.5	10.1	67.9	3.3	10.3	70.9	3.7	10.2	61.1	2.3	9.8	66.6	3.0	10.0	70.6	3.6	10.0
大畑川	62.7	2.7	10.7	68.2	3.4	10.6	72.2	3.9	10.5	61.9	2.3	9.7	65.5	2.8	9.7	71.7	3.8	10.2
津軽海峡	62.7	2.7	10.7	68.2	3.4	10.6	72.2	3.9	10.5	61.9	2.3	9.7	65.5	2.8	9.7	71.7	3.8	10.2
川内川	62.3	2.6	10.7	69.1	3.6	10.7	70.7	3.8	10.8	62.4	2.5	10.2	67.4	3.2	10.2	69.0	3.4	10.1
野辺地川	63.4	2.3	8.8	68.9	3.1	9.5	68.1	2.9	9.3	63.7	2.4	9.1	67.7	2.9	9.1	72.6	3.5	9.1
陸奥湾	63.1	2.4	9.3	69.0	3.3	9.9	69.1	3.2	9.9	63.2	2.4	9.5	67.6	3.0	9.5	71.5	3.5	9.4
赤石川	61.3	2.4	10.3	68.4	3.1	9.8	71.0	3.6	10.1	63.1	2.4	9.5	68.7	3.3	10.1	61.0	2.3	10.1
追良瀬川	61.9	2.5	10.5	67.3	3.3	10.6	70.2	3.7	10.6	61.7	2.3	9.6	67.4	3.0	9.5	71.8	3.7	9.8
笹内川	65.0	2.6	9.2	68.6	2.9	8.8	74.0	3.9	9.6	63.5	2.5	9.8	72.8	4.0	10.1	74.0	4.3	10.6
日本海	62.4	2.5	10.1	67.8	3.2	10.0	70.8	3.7	10.4	62.7	2.4	9.6	68.8	3.3	9.8	71.9	3.8	10.1
県	62.5	2.5	10.0	68.1	3.3	10.2	70.8	3.7	10.2	61.3	2.3	9.8	67.2	3.1	9.8	70.9	3.6	10.0

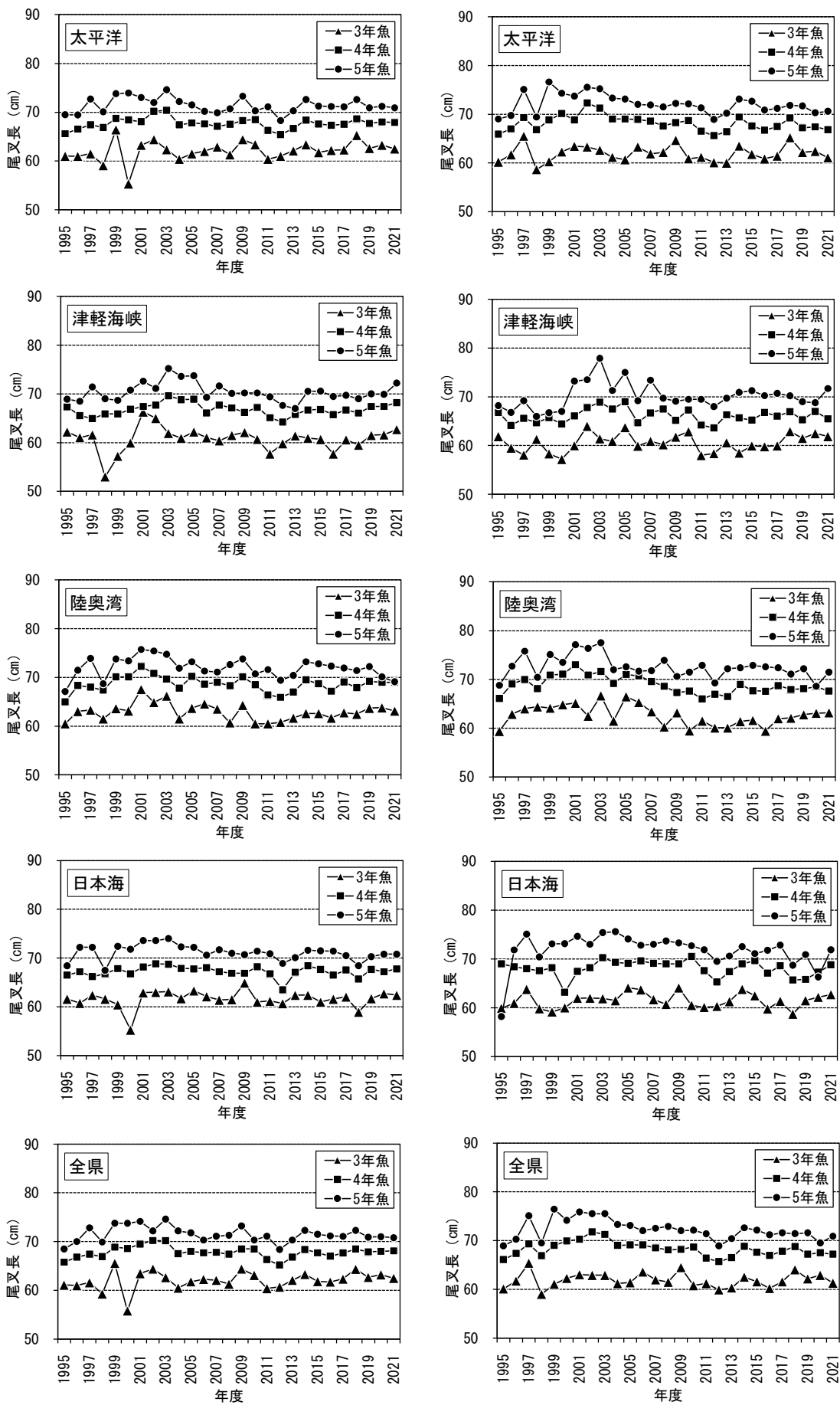


図4. 地域別捕獲親魚平均尾叉長の推移 (左:雌、右:雄)

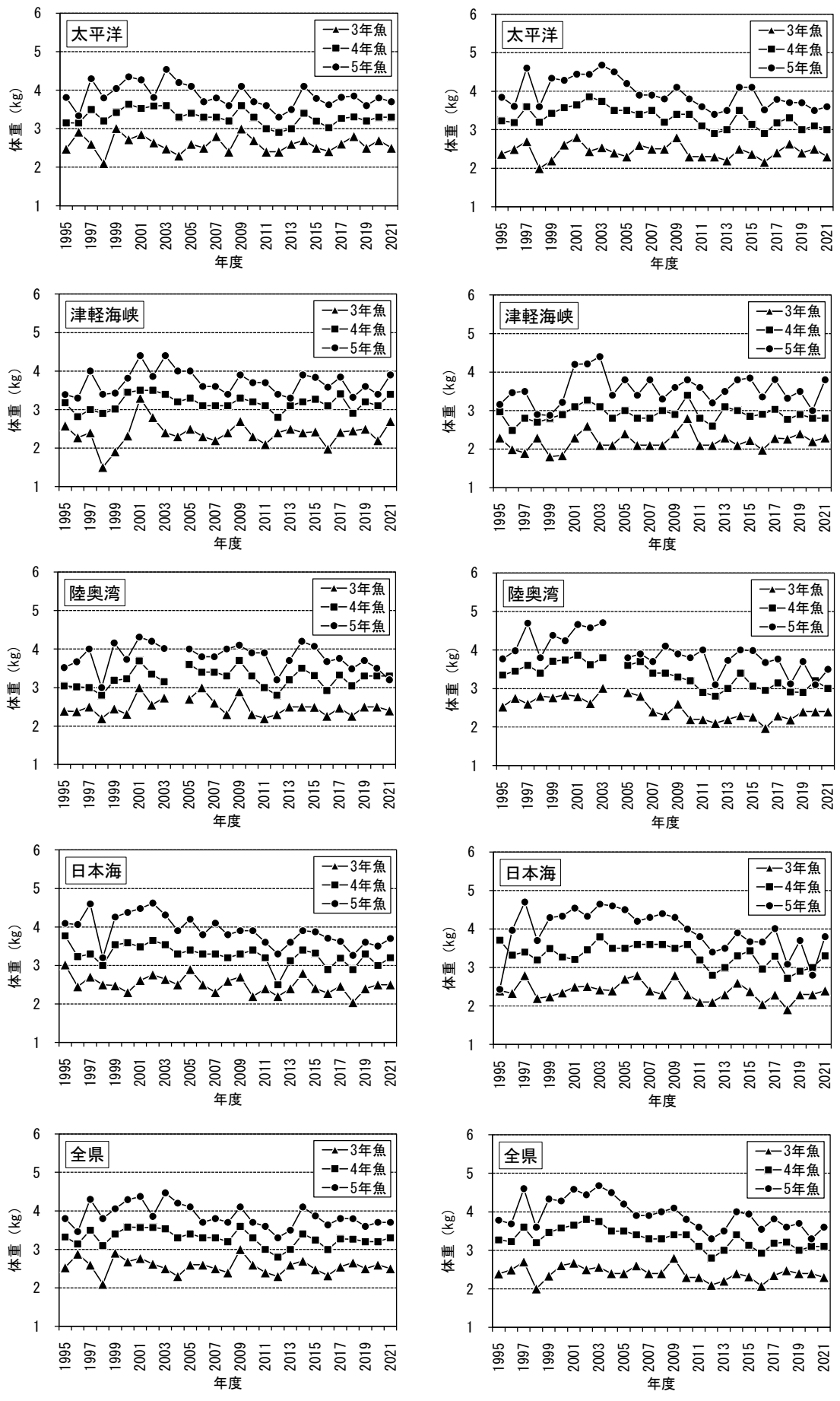


図5. 地域別捕獲親魚平均体重の推移 (左: 雌、右: 雄)

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0.8g、津軽海峡で1.1g、陸奥湾で3.0g、日本海で0.9gとなっていた。1g以上の割合は、太平洋が27.1%、津軽海峡が45.5%、陸奥湾が88.6%、日本海が31.2%となっていた。

地域別の適期・適サイズ放流モデル（山日ら¹⁾作成）へ2021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（放流尾数データが不明のものは除く）、太平洋が26.2%、津軽海峡21.6%、陸奥湾34.4%、日本海28.3%と陸奥湾で最も高かった。

2019年以降減少傾向にあるさけ資源を回復するには、より健苗性の高い稚魚を適期・適サイズで放流し生存率を高める必要がある。しかしながら、近年海水温の上昇によりサケ稚魚の好適水温期間（5～13℃）が短縮されたことで生残率が低下²⁾したものと考えられている。本県において適期とされる放流期間は固定化されたものであったが、今後はできるだけ多くの稚魚を適期に放流できるよう工夫すると同時に、北海道や岩手県においてサケ資源回復の取組みとして行われている大型種苗生産や飢餓耐性の強化等³⁻⁴⁾に取り組んでいく必要がある。

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)	平均尾叉長 (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	
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	
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	
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	

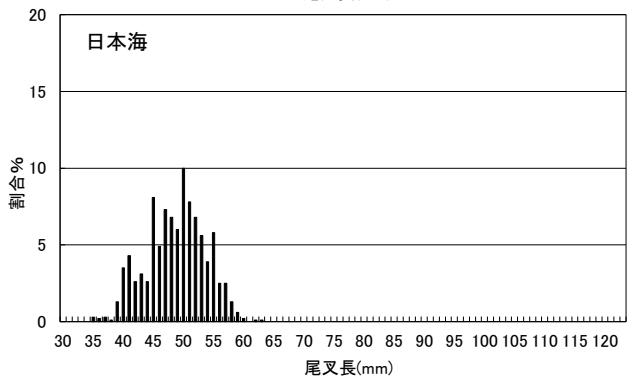
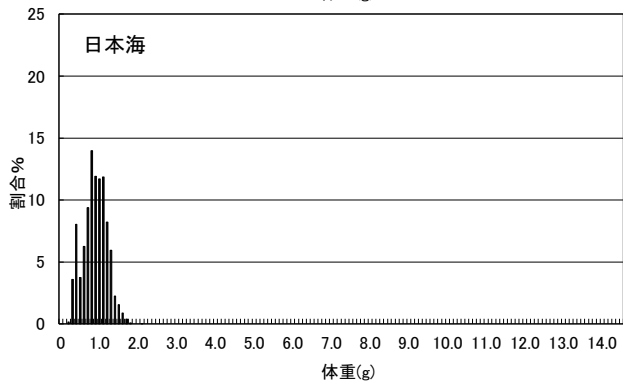
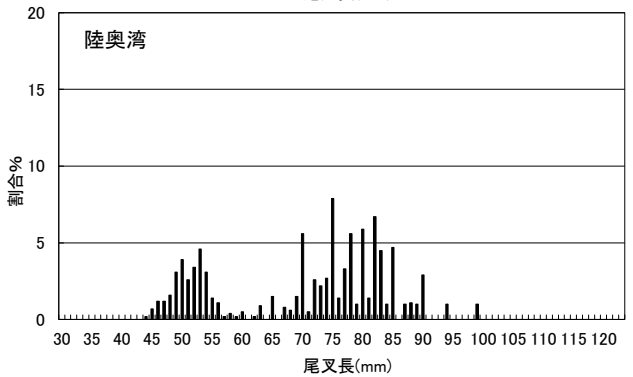
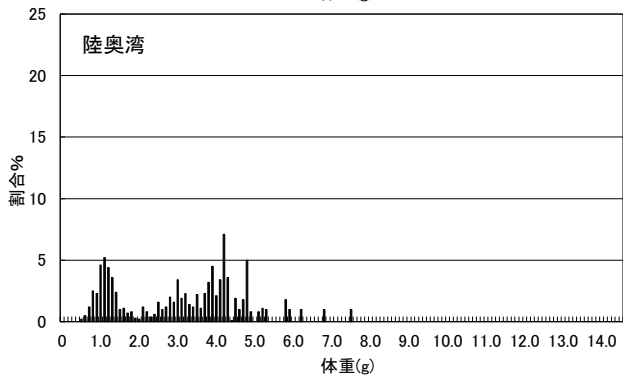
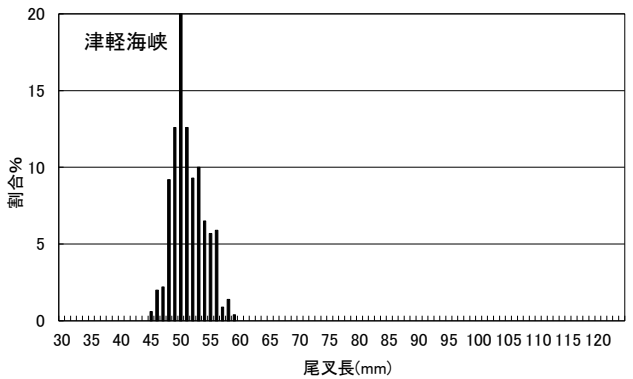
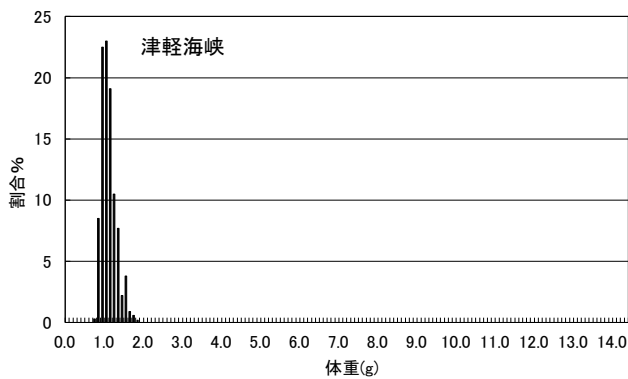
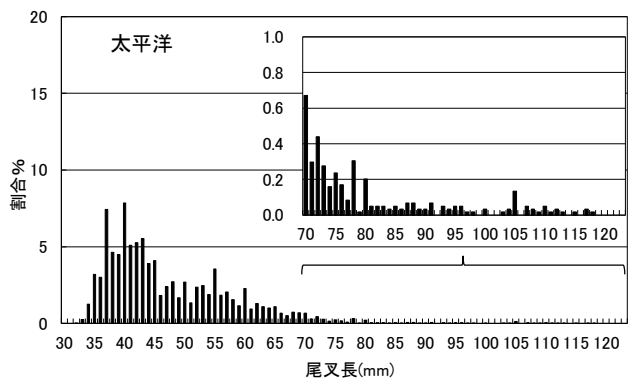
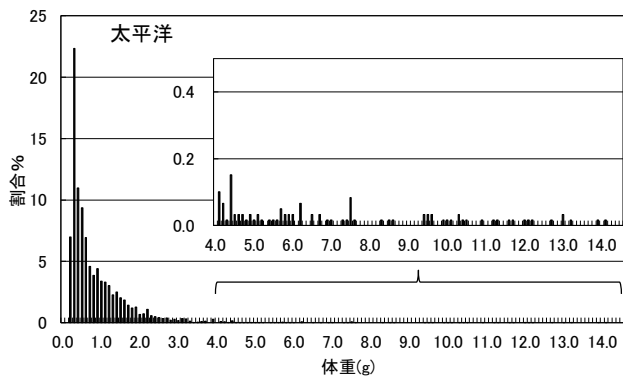


図 6. 地域別放流稚魚の体重組成

図 7. 地域別放流稚魚の尾叉長組成

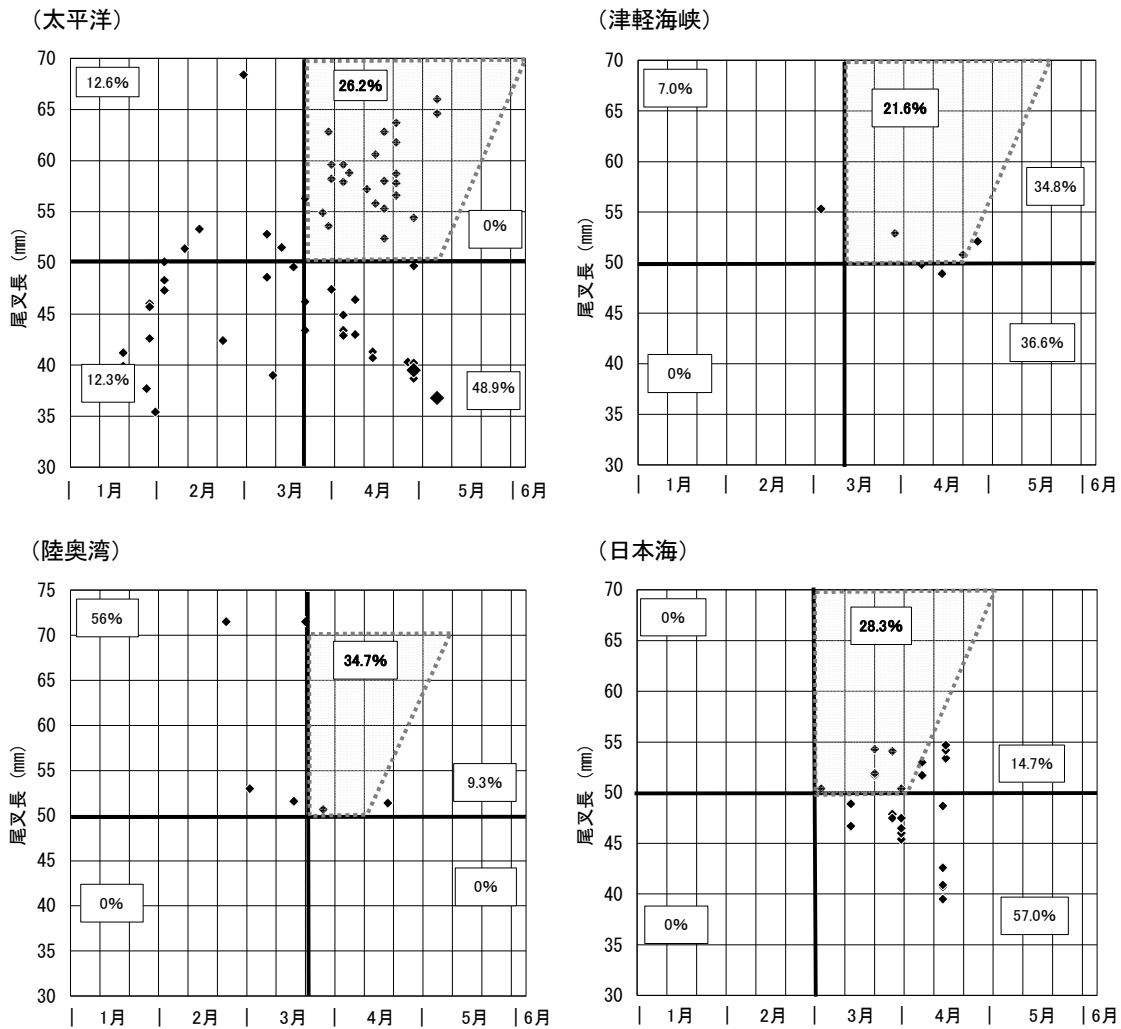


図 8. 2018 年度地域別稚魚放流状況

(◆小：100 万尾未満、◆大：100 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)

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) 水産庁 (2021.6) 不漁問題に関する検討会とりまとめ. ～中長期的なリスクに対して漁業を持続するための今後の施策の方向性について～, 12-17.
- 3) 虎尾 充・宮本真人・小林美樹 (2021) 魚油添加飼料の給餌がサケ稚魚の遊泳力発達と捕食回避に与える効果, 北水試研報 100, 47-54.
- 4) 虎尾 充 (2022) サケ稚魚の絶食時の体成分と脂肪酸組成の変化 (資料), 北水試研報 102, 49-54.

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、本調査は水産資源調査・評価推進委託事業（国際水産資源；サクラマス資源動向調査）で得られたデータを一部使用した。

材料と方法

2020年10月～11月に、脂鱗を切除した0⁺秋放流魚を老部川支流中ノ又沢、川内川支流八木沢、追良瀬川支流オサナメ沢に40,000尾～55,625尾放流した（図1、表1）。

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、2020年11月～12月に1回、2021年4月に1回、2021年6月に1回（老部川のみ）の調査を行った。採捕には電気ショッカーを使用し、採捕魚について標識の確認、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。

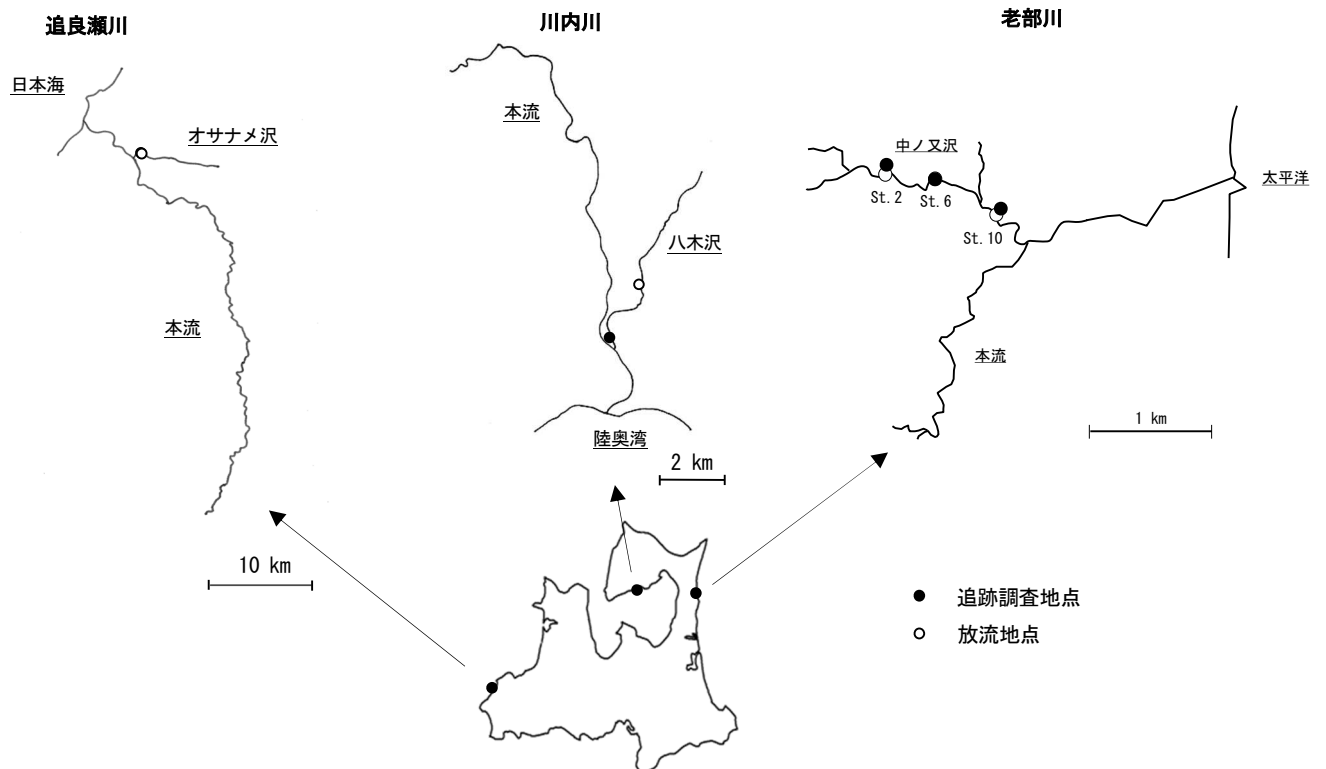


図1. サクラマス 0⁺秋放流魚の放流地点及び追跡調査地点

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8.8 cm～9.3 cmであった（表2）。4月に9.7 cm～10.5 cm、6月に12.1 cm～12.7 cmとなり経時的に上昇した。生息密度は11月の0.338尾/m²から4月の0.082尾/m²に低下し（12月の24.3%）、冬期の減耗と分散によるものと考えられた（図2）。生息密度は6月に0.018尾/m²（4月の22.0%）に低下し、主に降海によるものと推定された。

川内川支流八木沢で放流された0⁺秋放流魚の12月の平均尾叉長は11.9 cm、4月は11.9 cm（1尾のみの測定結果）であった（表3）。4月に採捕された1尾は中期スマルトであり、スマルト化が確認された。

追良瀬川支流オサナメ沢で放流された0⁺秋放流魚の12月の平均尾叉長は9.7 cm、4月は11.0 cmであった（表4）。4月に採捕された19尾からはパー～後期スマルトが確認された。

表 1. サクラマス標識放流結果（2019 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	放流魚体		標識部位	魚体測定機関
							平均尾叉長	平均体重		
老部川内水面漁協	遡上系	2019	老部川	中ノ又沢（中ノ又沢橋）	2020/10/2	30,000	9.6	10.0	脂鰭	老部川内水面漁協
	遡上系	2019	老部川	中ノ又沢（北ノ又沢合流点）	2020/10/2	25,625	9.6	10.0	脂鰭	
川内町内水面漁協	池産系	2019	川内川	八木沢	2020/10/22	29,000	10.8	12.9	脂鰭+右腹鰭	川内町内水面漁協
	池産系	2019	川内川	八木沢	2020/10/22	4,000	10.8	12.9	脂鰭+右腹鰭	
	池産系	2019	川内川	八木沢	2020/10/30	22,625	10.5	11.8	脂鰭+右腹鰭	
追良瀬内水面漁協	遡上系	2019	追良瀬川	オサナメ沢	2020/11/9	40,000	9.5	10.0	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	2020年11月12日	2021年4月6日	2021年6月24日
水温（℃）	6.3	7.2	13.2
測定尾数	84	22	4
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	84/0/0/0/0	15/2/5/0/0	4/0/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	8.8±0.8	9.7±1.0	12.7±1.4
平均体重±SD（g）	6.7±2.8	12.2±5.6	26.9±12.4
平均肥満度±SD	9.3±0.8	12.7±3.1	12.5±1.5

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	2020年11月12日	2021年4月6日	2021年6月23日
水温（℃）	6.9	7.7	12.6
測定尾数	0	8	3
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	-	3/3/2/0/0	3/0/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	-	10.5±1.1	12.3±0.6
平均体重±SD（g）	-	13.9±5.2	21.4±3.1
平均肥満度±SD	-	11.5±1.8	11.5±0.2

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	2020年11月12日	2021年4月7日	2021年6月23日
水温（℃）	6.7	6.2	12.3
測定尾数	317	71	11
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	317/0/0/0/0	31/37/3/0/0	11/0/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	9.3±1.0	10.2±1.2	12.1±1.0
平均体重±SD（g）	7.9±3.0	12.6±5.0	22.2±4.8
平均肥満度±SD	9.5±0.8	11.1±1.3	12.4±1.6

表 3. 0⁺秋放流魚追跡調査結果（川内川、八木沢）

調査日	2020年12月3日	2021年4月28日
水温（℃）	3.7	8.0
測定尾数	17	1
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	15/2/0/0/0	0/0/0/1/0
平均尾叉長±SD（cm）	11.9±1.0	11.9
平均体重±SD（g）	16.2±4.7	18.9
平均肥満度±SD	9.3±0.8	11.2

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	2020年12月15日	2021年4月23日
水温（℃）	7.3	10.3
測定尾数	113	19
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	113/0/0/0/0	12/1/3/2/1
平均尾叉長±SD（cm）	9.7±0.8	11.0±0.9
平均体重±SD（g）	8.8±2.4	14.8±4.4
平均肥満度±SD	9.5±0.7	10.8±1.1

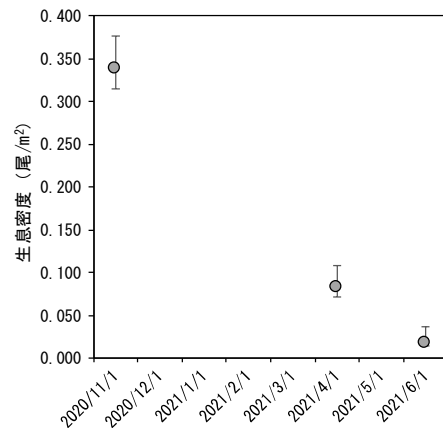


図 2. 0⁺秋放流魚生息密度（老部川）エラーバー：95%信頼区間

謝 辞

現場での作業やデータ提供にご協力して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.

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

2021年4月～6月に尻労にて大型定置網により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、魚種判別と日付別の尾数を確認した。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2日に採捕されたサクラマス幼魚は合計170尾であった。採捕時の水温は8.9℃～12.5℃であった。日平均水温が13℃を超えた6月上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を確認されており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。

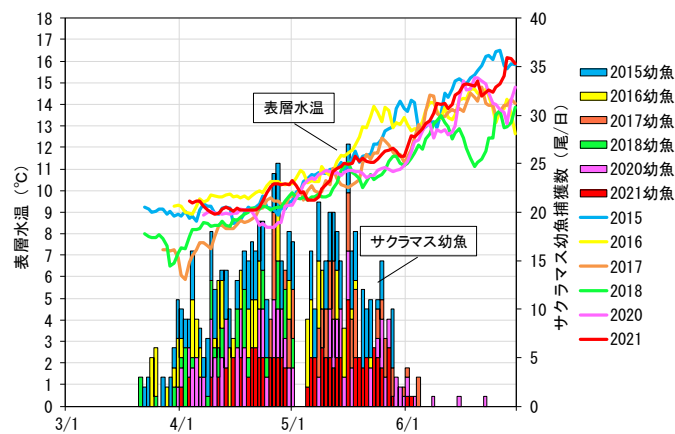


図2. 表層水温とサクラマス幼魚採捕数(尻労)

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.

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、サクラマス親魚の捕獲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捕獲状況、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

2021年は9月1日～10月3日の期間に雄151尾、雌228尾の計379尾のサクラマス親魚が採捕された。捕獲時に確認された標識は脂鱭カット、脂鱭+左腹鱭カット、脂鱭+右腹鱭カットであった。9月30日～10月19日の間、雌217尾から618千粒を採卵した。捕獲親魚379尾の内、標識魚は211尾であった（表1、表2）。

2020年10月2日に老部川支流の中ノ又沢へ、脂鱭カットした2019年級幼魚を各年55,625尾放流した（0⁺秋放流、表3）。2021年4月27日～5月7日にふ化場の人工河川から老部川本流へ、脂鱭+左腹鱭または右腹鱭カットした2019年級1⁺スモルト幼魚を66,800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（2021年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数 (千粒)
9月1日	42	26	0	68			
9月5日	91	65	0	156			
9月12日	55	36	0	91			
9月26日	23	19	0	42			
9月30日					102	30	302.0
10月3日	17	5	0	22			
10月6日					71	24	194.0
10月12日					39	12	107.0
10月19日					5	5	15.0
計	228	151	0	379	217	71	618.0

表2. 老部川における捕獲親魚標識部位別尾数と平均魚体サイズ（2021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	101	67	0	168	55.8±3.8	59.1±8.4	1.9±0.5	2.2±0.9	野生魚 + 無標識放流魚
脂鱭カット	17	12	0	29	57.4±3.4	57.0±7.5	2.1±0.5	1.9±0.8	0 ⁺ 秋放流魚
脂鱭+左腹鱭カット	44	38	0	82	57.9±3.6	64.0±5.4	2.2±0.5	2.7±0.8	1 ⁺ スモルト放流魚（前放流群）
脂鱭+右腹鱭カット	66	34	0	100	57.7±3.9	64.2±5.6	2.1±0.5	2.8±0.9	1 ⁺ スモルト放流魚（後放流群）
計	228	151	0	379	56.8±3.8	62.0±2.5	2.0±0.5	2.5±0.9	

表 3. 老部川における 2019 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	2019	老部川	中ノ又沢 (中ノ又沢橋)	2020/10/2	30,000	9.6	10.0	脂鱭	老部川内水面漁協
遡上系	2019	老部川	中ノ又沢 (北ノ又沢合流点)	2020/10/2	25,625	9.6	10.0	脂鱭	老部川内水面漁協
遡上系	2019	老部川	本流 (人工河川)	2021/4/27	33,451	12.5	20.8	脂鱭+左腹鱭	内水面研究所
遡上系	2019	老部川	本流 (人工河川)	2021/4/30	28,849	12.5	20.8	脂鱭+右腹鱭	内水面研究所
遡上系	2019	老部川	本流	2021/5/7	4,500	13.0	22.0	脂鱭+右腹鱭	老部川内水面漁協

2. 川内川

2021 年は 8 月 7 日に雄 3 尾、雌 6 尾の計 9 尾のサクラマス親魚が採捕された。10 月 1 日に雌 2 尾から 4.0 千粒を採卵した。採卵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。標識調査した親魚 9 尾の内、標識魚は 3 尾であった (表 4、表 5)。

2020 年 10 月 22 日～10 月 30 日に川内川支流の八木沢へ、脂鱭+右腹鱭カットした 2019 年級幼魚を 55,625 尾放流した (0⁺秋放流、表 6)。2021 年 5 月 14 日～21 日に川内川本流へ、右腹鱭カットした 2019 年級 1⁺スモルト幼魚を 50,000 尾放流した (1⁺スモルト放流)。

表 4. 川内川のサクラマス親魚採捕と

採卵状況 (2021 年)

月日	親魚採捕 (尾)				採卵 (尾)		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数 (千粒)
8月7日	6	3	0	9			
10月1日					2	1	4.0
計	6	3	0	9	2	1	4.0

表 5. 川内川における捕獲親魚標識部位別尾数と平均魚体サイズ (2021 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	3	3	0	6	55.6	49.9±4.0	1.3	1.3±0.1	野生魚 + 無標識放流魚
脂鱭カット	1	0	0	1	54.8	-	1.6	-	0 ⁺ 秋放流魚
脂鱭+左腹鱭カット	2	0	0	2	56.0±4.2	-	1.8±0.3	-	1 ⁺ スモルト放流魚 (前放流群)
計	6	3	0	9	55.6±2.5	49.9±4.0	1.6±0.3	1.3±0.1	

表 6. 川内川における 2019 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	2019	川内川	八木沢	2020/10/22	33,000	10.8	12.9	脂鱭+右腹鱭	川内町内水面漁協
池産系	2019	川内川	八木沢	2020/10/30	22,625	10.5	11.8	脂鱭+右腹鱭	川内町内水面漁協
池産系	2019	川内川	本流	2021/5/14	22,000	12.0	20.8	右腹鱭	川内町内水面漁協
池産系	2019	川内川	本流	2021/5/21	28,000	12.1	20.4	右腹鱭	川内町内水面漁協

3. 追良瀬川

2021 年は 5 月 15 日～6 月 26 日に雌雄不明 26 尾のサクラマス親魚が採捕された。蓄養中に全数死亡したため採卵、魚体測定は無かった (表 7)。

2020 年 11 月 9 日に追良瀬川支流のオサナメ沢へ、脂鱭カットした 2019 年級幼魚を 40,000 尾放流した (0⁺秋放流、表 9)。2021 年 5 月 6 日に追良瀬川本流へ、脂鱭+左腹鱭カットした 2019 年級 1⁺スモルト幼魚を 40,000 尾放流した (1⁺スモルト放流)。

表 7. 追良瀬川のサクラマス親魚採捕と採卵状況（2021年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数 （千粒）
5月15日	0	0	1	1			
5月20日	0	0	1	1			
5月21日	0	0	3	3			
5月23日	0	0	7	7			
5月24日	0	0	2	2			
5月25日	0	0	1	1			
5月27日	0	0	3	3			
6月1日	0	0	1	1			
6月6日	0	0	1	1			
6月9日	0	0	1	1			
6月21日	0	0	4	4			
6月26日	0	0	1	1			
計	0	0	26	26	0	0	0.0

※全数蓄養中斃死

表 8. 追良瀬川における 2019 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	2019	追良瀬川	オサナメ沢	2020/11/9	40,000	9.5	10.0	脂鰭	追良瀬内水面漁協
遡上系	2019	追良瀬川	本流	2021/5/6	40,000	-	19.5	脂鰭+左腹鰭	追良瀬内水面漁協

謝 辞

現場での作業やデータ提供にご協力して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、本調査は水産庁の国際漁業資源評価調査・情報提供委託事業（北西太平洋ユニット）のうちサクラマス資源評価調査の一環として実施した。

材料と方法

1. 漁獲量調査

1981年～2021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（2020年級）

(1) 期間：2021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。

3. 産卵床調査

(1) 期間：2021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。

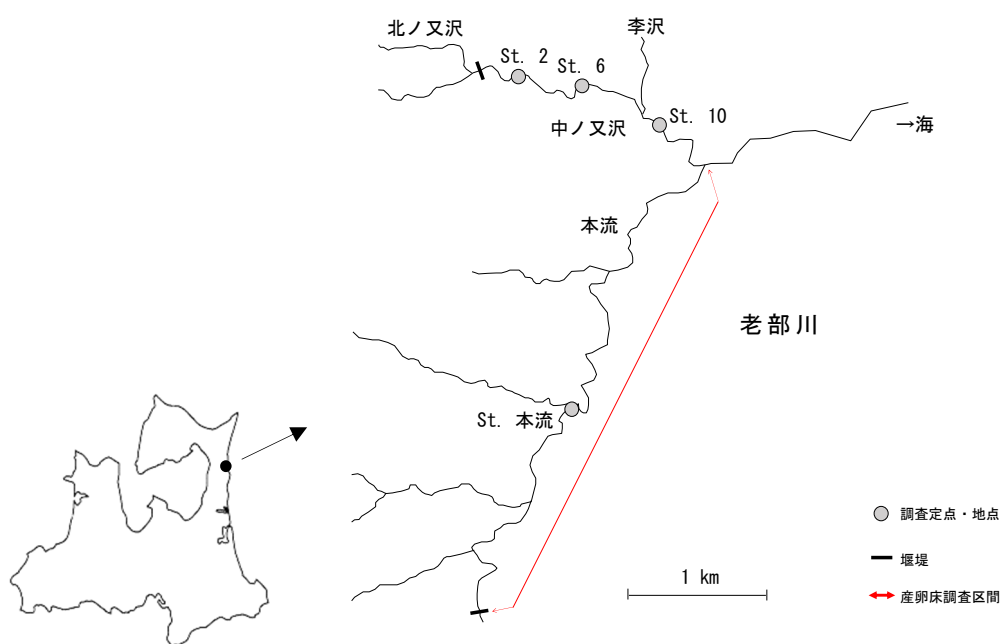


図1. 調査区域図

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、2021年は242トン（過去5年比128%）であった。

海域別では、太平洋が125トン（過去5年比163%）と多かったが、日本海が12トン（過去5年比52%）と少なかった。

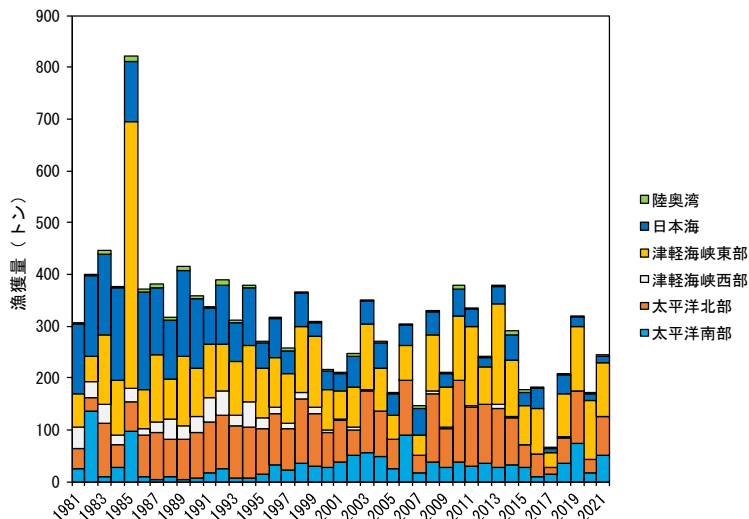


図 2. 海域別サクラマス漁獲量（青森県）

2. 野生魚調査（2020年級）（表 1）

老部川では調査期間中の全定点の生息密度は0.084尾/m²～0.369尾/m²の範囲であった（表 1）。調査定点間で比較すると、本流の生息密度が最も高く、支流の中では St.6 の生息密度が高かった。

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	標準偏差	95%信頼区間		推定値	標準偏差	95%信頼区間		
								下限	上限			下限	上限	
2021/4/6	2	370.0	11	10	21	31	4	26	44	0.084	0.011	0.070	0.119	
2021/4/6	6	386.4	38	15	53	68	5	61	83	0.176	0.013	0.158	0.215	
2021/4/7	10	680.0	43	26	69	95	7	85	113	0.140	0.010	0.125	0.166	
2021/4/6	本流	268.6	53	23	76	99	7	90	116	0.369	0.026	0.335	0.432	
2021/6/24	2	370.0	36	13	49	62	5	56	76	0.168	0.014	0.151	0.205	
2021/6/23	6	386.4	58	16	74	90	6	83	105	0.233	0.016	0.215	0.272	
2021/6/23	10	680.0	55	34	89	123	8	111	143	0.181	0.012	0.163	0.210	
2021/6/24	本流	268.6	47	19	66	85	6	77	101	0.316	0.022	0.287	0.376	

3. 産卵床調査（表 2、図 3）

2021年は10月4日に最多の76床（1.747床/100m）であり、2015年以降の最多であった。

2015年～2021年の産卵床密度は、10月上旬に高い傾向にあった。

表 2. サクラマス産卵床調査結果（老部川本流）

日付	2021/9/27	2021/10/4	2021/10/18
産卵床数（残留型のものも含む）	32	76	17
調査区間（km）	4.35	4.35	4.35
産卵床密度 （産卵床数/100m）	0.736	1.747	0.391
サクラマス親魚数（尾）	生体	24	45
	死体	2	15

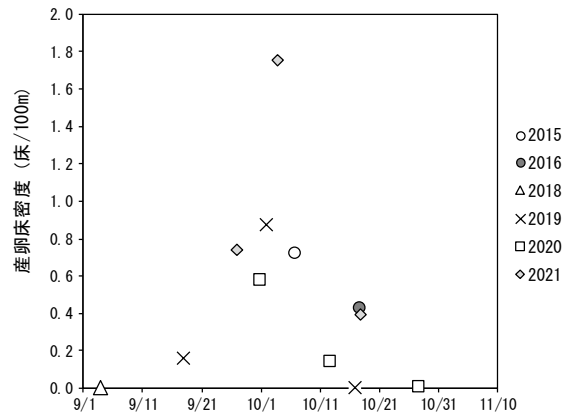


図 3. 時期別産卵床密度（老部川本流）

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

遠藤 赳寛

目的

我が国のニホンウナギ資源量の減少は深刻であり、国際自然保護連合（IUCN）のレッドリストに絶滅危惧 IB 類として記載されるなど¹⁾、資源回復が急務である。

青森県の太平洋側に位置する小川原湖は、高瀬川を介して海と接続する汽水湖であり、大規模なニホンウナギ漁場としては北限にあたる。小川原湖では漁協によるニホンウナギ種苗の義務放流が行われている他、高瀬川にシラスウナギが来遊することが確認されており²⁻⁴⁾、湖内には放流個体と天然個体が混在すると考えられるが、その割合は不明である。また、過去の標識放流調査の結果²⁻⁴⁾から、放流後のウナギは湖内で良好に成長し、漁獲に直接寄与していることが示唆された一方、放流個体が再生産に寄与しているかは分っていない。近年、耳石の酸素・炭素安定同位体比からニホンウナギの由来水域の判別が可能となり⁵⁾、小川原湖においても湖内のニホンウナギの天然・放流の割合や放流個体の産卵回遊の有無が明らかになることが期待される。判別精度を担保するには教師データの十分な蓄積が必要であり、青森県においては特に天然由来個体の耳石サンプル確保が課題となっている。北限の漁場である小川原湖のニホンウナギの実態を把握することは、青森県、ひいては我が国のウナギ資源管理手法を検討する上で肝要である。

本事業は小川原湖におけるニホンウナギの漁獲実態と種苗放流実態の把握に加え、産卵親魚候補である銀ウナギの実態を把握することを目的とし、放流由来個体が銀ウナギに含まれているか判別するためのサンプル収集及び生物特性の調査、分析を行うものである。なお、本事業は水産庁委託「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業⁶⁾」の一環として実施された。

材料と方法

1. 漁獲・種苗放流実態の把握

2021年6月1日から9月30日の小川原湖漁業協同組合のニホンウナギ荷受伝票を基に、日別、サイズ別及び漁法別の漁獲量を集計した。なお、2020年10月1日から2021年5月30日及び2021年10月1日から2022年5月31日の期間は、青森県内水面漁場管理委員会指示によりウナギの採捕が禁止されていたため荷受けはなかった。

2021年6月10日に、小川原湖漁協のニホンウナギ義務放流（6月17日実施）に用いるウナギ種苗75kgの中から無作為に100個体の全長及び体重を測定し、全長組成、体重組成及び放流尾数を算出した。

2. 銀ウナギサンプルの採集と生物学的特性の把握

(1) 小川原湖

2021年6月1日から9月30日の漁期中に小川原湖で漁獲された銀ウナギをサンプルとして購入するため、ウナギ荷受け時における銀化ステージの確認を小川原湖漁業協同組合に依頼した。銀化ステージの判断基準は Okamura *et al.*(2007)⁷⁾ に準じた。

2021年9月10日から9月24日にかけて銀ウナギ採捕のため小川原湖北部にせん筒を設置した（図1①）。

2021年10月8日の夕方に小川原湖北部の水深12mの地点に延縄（うなぎ針9号50本/500m）を3本設置し（図1②）、10月9日の朝回収して採捕されたニホンウナギを全数サンプルとした。



図1. 銀ウナギ採捕調査地点

2021年10月20日から小川原湖北部倉内地区に建網2ヶ統を設置し(図1②)、おおよそ2週間の間、適宜銀ウナギの入網の有無を確認した。

(2) 高瀬川

2021年10月25日から11月30日の期間、六ヶ所村漁業協同組合に依頼して高瀬川に建網1ヶ統を設置し(図1③)、銀ウナギ採捕調査を行った。

(3) 精密測定及び各種組織サンプルの採取

(1)、(2)で採集した銀ウナギ及び黄ウナギについて、全長、体重、胸鰭長、水平眼径、垂直眼径、生殖腺重量、肝臓重量、胃重量及び腸重量を測定した。また、銀ウナギ及び一部の黄ウナギについて、胸鰭、耳石、脳、脳下垂体、肝臓、生殖腺及び血液を採取した。

胸鰭は100%エタノールに浸漬して常温保管し、後述のDNA 個体判別に供した。

耳石は乾燥状態で保管し、耳石酸素・炭素安定同位体比分析に基づく由来水域判別⁵⁾に供するため、分析を担当する水産研究・教育機構水産資源研究所横浜庁舎に送付した。

脳、脳下垂体及び肝臓は RNAlater (Invitrogen) に浸漬して-20℃で保管し、生殖腺はユフィックス(サクラファインテック)で固定後、70%エタノールに置換して常温保管した。また、血液は血清または血漿の状態で-20℃で保管した。これらのサンプルについて、遺伝子発現量解析、生殖腺組織切片作成及びホルモン分析に供するため、分析を担当する水産研究・教育機構水産技術研究所日光庁舎に送付した。

(4) 個体判別

(1)、(2)で採捕された銀ウナギの中に、2016年度及び2017年度の「河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業²⁻³⁾」で小川原湖内に標識放流した遺伝子型既知のウナギが含まれている可能性があるため、DNA 個体判別を実施した。

(3)の胸鰭からのDNA 抽出には Genra Puregene Tissue Kit (QIAGEN) を使用した。

マーカーは「DNA マーカーを用いたニホンウナギの非侵襲的個体識別法マニュアル⁸⁾」に記載のマイクロサテライト8遺伝子座(*Anja-15*、*Anja-41*、*Anja-44*、*Anja-48*、*Anja-6*、*Anja-19*、*Anja-23*及び*Anja-37*)を使用した(表1)。PCRはType-it Microsatellite PCR Kit (QIAGEN) を用いたマルチプレックスPCRとし、プライマーセットは前出のマニュアルに従い、4遺伝子座×2セットで実施した。各マーカーのフォワードプライマーにはDye set G5に対応するよう、6-FAM (*Anja-41*、*Anja-37*)、VIC (*Anja-44*、*Anja-19*)、NED (*Anja-48*、*Anja-6*)、PET (*Anja-15*、*Anja-23*)の蛍光色素を付加した。なお、PCR増幅時の不安定なアデニン1塩基付加に由来するスプリットピークを抑制するため、いずれのマーカーにも Applied Biosystems の Tail 配列を付加した。

PCR 反応液の組成及び反応条件は表2、3に従った。プライマーミックスはセットごとに、各プライマー濃度が0.2µMになるよう1×TEバッファーで調節した。

表1 個体判別に使用したマイクロサテライトマーカー

プライマーセット	遺伝子座	蛍光色素	プライマー配列	Tail付加
A	<i>Anja-15</i>	PET	F: tctgtgtctcaaaaggcctaaa R: tttgcactctctggttagatgc	○
	<i>Anja-41</i>	6-FAM	F: aagaatttaccacagccaaga R: ggggtgtgtggttagtggtttct	○
	<i>Anja-44</i>	VIC	F: gaattacaggcagtgctaaag R: atggccaagaagatggtttttc	○
	<i>Anja-48</i>	NED	F: caggatgctgcaactgagaa R: agaaacgagacggacaggttagc	○
B	<i>Anja-6</i>	NED	F: atcctctctgaccattgacgtt R: agaaacaggggtgtagtttga	○
	<i>Anja-19</i>	VIC	F: acaactgcgtaagtcactctgga R: ggatgtgtttactgggtcaat	○
	<i>Anja-23</i>	PET	F: acggattctattgttccctt R: taagcaaacgtgcatagaagt	○
	<i>Anja-37</i>	6-FAM	F: tatggccgtagtgtgtgtttc	○
			R: cagcaaacattagctgcttgac	

表2 PCR 反応液の組成

Master Mix	5 µl
プライマーミックス	1 µl
Q-Solution	1 µl
超純水	2 µl
テンプレートDNA	1 µl
計	10 µl

表3 PCR 反応条件

	温度	時間	サイクル数 (②-④)
①初期変性	95℃	5分	
②変性	95℃	30秒	
③アニーリング	60℃	90秒	×28
④伸長	72℃	30秒	
⑤最終伸長	60℃	30分	

フラグメント解析には ABI 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) を使用した。泳動サンプルは、約 10 倍に希釈した PCR 産物 0.5 μ l と GeneScan 600 LIZ dye size standard v2.0 (Applied Biosystems) 0.13 μ l、及び Hi-Di Formamide (Applied Biosystems) 9.37 μ l を混合して合計 10 μ l になるように調製した。

ジェノタイピングには GeneMapper Software 5 または Microsatellite Analysis (いずれも Applied Biosystems) を使用した。

3. 天然ウナギサンプルの採集

耳石由来判別の教師データとして利用する天然ウナギのサンプルを採集した。

小川原湖内において天然個体と放流個体を外見で識別することは困難だが、放流サイズより明確に小さい個体に限っては、天然個体である可能性が極めて高い。そこで、2021 年 5 月 10 日から 6 月 20 日の期間に小川原湖内で胴網により全長 15cm 前後のニホンウナギを選択的に採集した。

結果と考察

1. 漁獲・種苗放流実態の把握

小川原湖漁協の荷受け伝票を基に算出した 2021 年のニホンウナギ漁獲量は 1,281kg であり、2020 年の漁獲量 688kg から 1.9 倍に増加した。

月別の漁獲量は解禁直後の 6 月が最も多く、8 月は操業者数、漁獲量ともに減少した (図 2)。御盆期間は市場が閉まることから、8 月は出漁を控えた可能性がある。漁法は漁期を通じて延縄が主体であり、6 月と 9 月にワカサギ・シラウオ漁の袋網に入網した個体の荷受けがあった。サイズ別の漁獲尾数は図 3 のようになった。主要な漁獲サイズは 200~400g で、尾数ベースで全体の 61% (重量ベースで全体の 46%) を占め、2020 年と同様の傾向を示した⁹⁾。なお、漁獲量は荷受け伝票を基に算出したものであり、相対取引された漁獲物等は含んでいない。

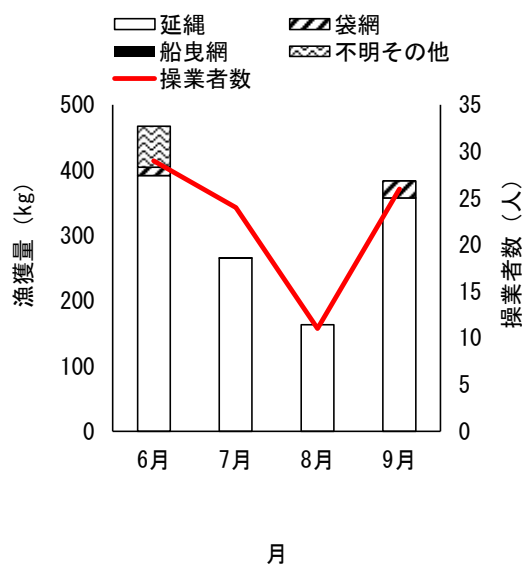


図 2. 小川原湖における月別漁法別ウナギ漁獲量と操業者数の推移 (2021 年)

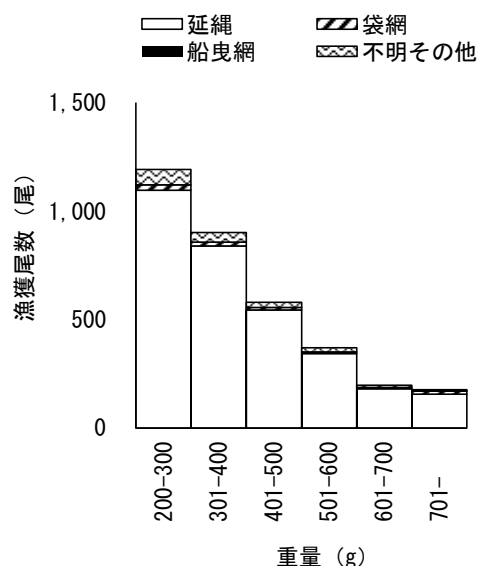


図 3. 小川原湖における重量別ウナギ漁獲尾数 (2021 年)

2021 年度の小川原湖のニホンウナギ放流種苗の全長、体重の頻度分布、及び全長と体重の関係は図 4~6 のようになった。平均殻長及び平均体重はそれぞれ 35.6 \pm 2.3cm、45.5 \pm 9.2g (±標準偏差) で、放流尾数は約 1,600 尾と推定された。

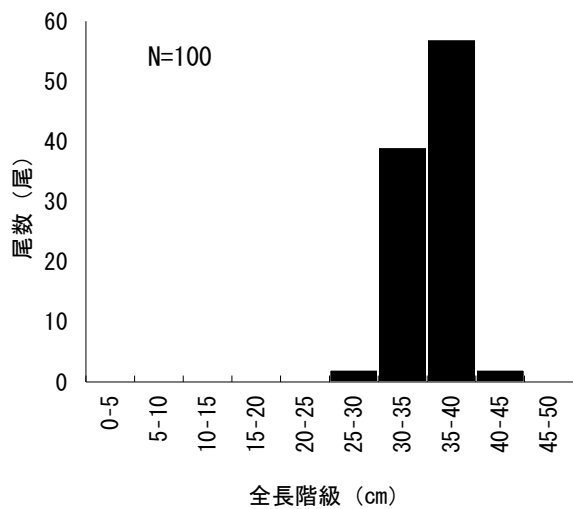


図 4. 小川原湖におけるウナギ放流種苗の全長頻度分布 (2021 年)

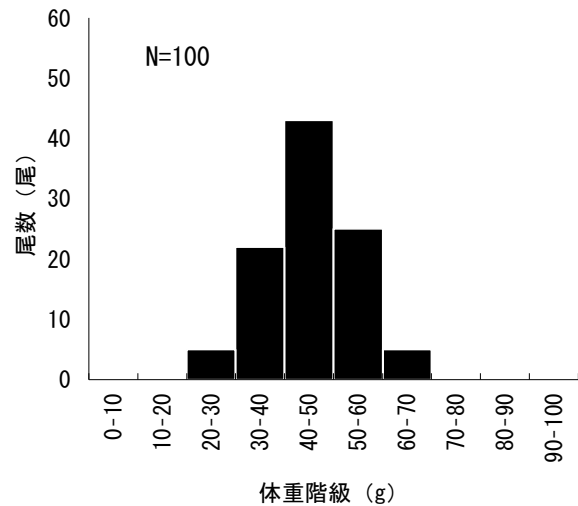


図 5. 小川原湖におけるウナギ放流種苗の体重頻度分布 (2021 年)

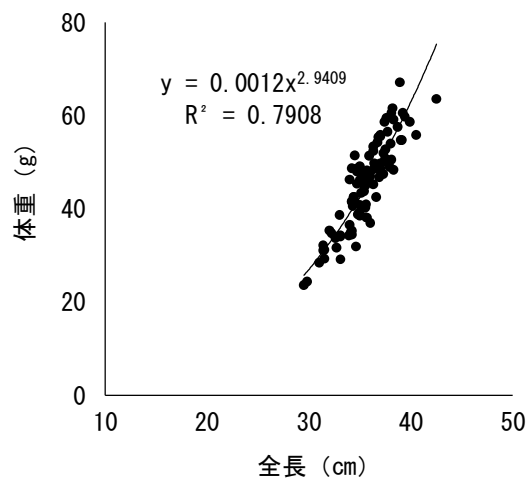


図 6. 小川原湖におけるウナギ放流種苗の全長と体重の関係 (2021 年)

2. 銀ウナギサンプルの採集と生物学的特性の把握

小川原湖及び高瀬川において 33 個体のニホンウナギを採集した (表 4)。このうち銀ウナギは小川原湖で 6 個体、高瀬川で 1 個体の計 7 個体であった。

由来水域判別の結果については、令和 4 年度水産庁委託「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⁾において 2020 年度及び 2021 年度のサンプルの解析結果をまとめて報告しているため、参照されたい。

水産研究・教育機構水産技術研究所日光庁舎で、銀ウナギ 5 個体及び黄ウナギ 10 個体について、血中のコルチゾル (Cortisol)、チロキシン (T4)、エストラジオール (E2)、11-ケトテストステロン (11-KT) 及びその前駆体のテストステロン (T) を測定した結果、11-KT 及び T について、黄ウナギと比較して銀ウナギで有意に高い値を示した (U-tests、 $P < 0.01$ 、図 7)。サケ科魚類では T4 などの甲状腺ホルモンが回遊行動に関与するとされるが、ニホンウナギにおいてはアンドロゲンである 11-KT が銀化と回遊行動の動機付けに関与する¹¹⁾と考えられており、先行研究を支持する結果となった。

個体判別の結果、採捕された銀ウナギの中に既知の放流個体と遺伝子型が一致する個体は含まれなかった。

表4 青森県で採捕されたニホンウナギの精密測定結果 (2021年)

採捕日	採捕地点	漁法	全長 cm	体重 g	胸鰭長 mm	水平眼径 mm	垂直眼径 mm	生殖腺重量 g	肝臓重量 g	胃重量 g	腸重量 g	性別	ステージ	血中ホルモン濃度				
														E2 pg/ml	T pg/ml	11-KT pg/ml	Cortisol ng/ml	T4 ng/ml
8月26日	小川原湖	延縄	82.4	961.88	37.9	6.5	6.7	11.79	14.54	8.29	8.21	メス	Y2	-	-	-	-	-
9月28日	小川原湖	延縄	80.5	1,074.38	33.3	7.1	6.9	15.70	13.54	4.09	8.62	メス	S1	-	-	-	-	-
9月28日	小川原湖	定置網	76.0	842.65	37.0	5.1	4.3	16.35	10.40	1.86	3.52	メス	S1	10.88	2,374.20	1,312.41	2.72	10.35
9月28日	小川原湖	延縄	66.5	565.60	30.4	5.8	5.4	5.76	7.82	1.71	2.98	メス	S1	24.41	2,318.36	183.00	0.32	2.09
9月28日	小川原湖	延縄	80.8	905.28	35.5	7.1	7.2	14.13	11.79	4.31	4.64	メス	S1	38.55	2,157.03	3,486.89	2.35	4.68
10月9日	小川原湖	延縄	69.1	457.46	29.0	4.9	4.9	3.14	7.55	3.29	4.92	メス	Y1	38.96	130.75	60.32	2.54	6.72
10月9日	小川原湖	延縄	65.0	424.67	26.8	4.7	4.4	2.12	4.24	2.21	4.87	メス	Y1	223.34	158.40	38.39	1.71	4.82
10月9日	小川原湖	延縄	66.5	380.11	26.5	4.8	4.6	1.92	4.68	2.15	3.83	メス	Y1	70.78	28.83	6.44	1.80	6.70
10月9日	小川原湖	延縄	59.7	306.44	23.1	4.5	4.3	0.92	3.90	2.18	2.07	メス	Y1	23.04	33.03	51.04	1.89	6.14
10月9日	小川原湖	延縄	53.9	223.58	22.1	4.6	4.3	0.89	3.44	1.47	2.00	メス	Y1	5.63	8.04	6.18	1.40	5.62
10月9日	小川原湖	延縄	57.3	235.08	20.7	4.7	4.4	0.95	3.32	0.50	1.38	メス	Y1	7.91	12.45	7.28	2.00	4.64
10月9日	小川原湖	延縄	54.9	224.62	19.1	4.8	4.5	0.51	4.73	2.00	3.03	メス	Y1	13.61	8.42	4.98	1.55	23.80
10月9日	小川原湖	延縄	54.8	215.56	21.1	4.4	4.4	0.91	3.67	2.69	2.05	メス	Y1	11.49	33.61	3.11	2.57	8.25
10月9日	小川原湖	延縄	51.8	173.91	19.0	4.5	4.2	0.47	2.92	1.41	2.19	メス	Y1	427.24	21.46	4.83	2.07	3.09
10月9日	小川原湖	延縄	50.7	164.39	18.7	4.2	4.1	0.41	3.66	1.38	1.98	メス	Y1	12.46	19.11	2.60	3.31	3.07
10月9日	小川原湖	延縄	45.4	143.41	18.6	5.0	4.7	0.70	2.86	1.11	1.59	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	47.9	124.16	18.7	4.2	4.1	0.41	2.09	0.89	1.63	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	48.3	122.46	16.8	4.1	4.0	0.44	1.88	0.86	1.29	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	46.8	118.82	17.0	4.4	3.9	0.38	1.86	1.25	1.41	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	44.4	105.76	17.1	4.4	4.0	0.28	2.02	0.94	1.20	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	42.6	88.94	15.4	3.7	3.4	0.21	1.35	0.96	0.92	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	36.9	55.73	12.6	3.5	3.1	0.07	0.99	0.48	0.78	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	34.9	45.89	12.2	3.5	3.4	-	0.81	0.40	0.69	不明	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	34.3	43.77	11.2	3.0	3.0	0.02	0.82	0.45	0.43	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	33.8	48.56	11.5	3.2	2.8	-	0.84	0.51	0.52	不明	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	30.1	30.48	9.6	2.5	2.5	-	0.74	0.33	0.44	不明	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	46.6	153.30	20.9	4.3	4.1	0.19	1.82	1.55	1.55	オス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	43.8	111.22	14.9	3.5	3.3	0.28	2.38	1.14	1.32	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	38.2	80.11	13.6	3.1	2.9	0.16	1.48	1.06	1.12	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月9日	小川原湖	延縄	34.2	55.18	10.4	3.0	3.0	0.03	0.93	0.58	0.97	メス	Y1	-	-	-	-	-
10月22日	小川原湖	定置網	86.4	1,416.56	38.9	8.1	8.2	26.83	17.40	1.83	2.75	メス	S2	202.93	2,776.65	8,631.44	0.51	3.91
10月22日	小川原湖	定置網	94.5	1,338.62	53.8	8.9	8.6	28.05	19.03	4.47	2.96	メス	S2	-	-	-	-	-
10月29日	高瀬川	定置網	71.6	516.43	35.5	7.2	7.0	10.34	6.14	0.47	1.97	メス	S2	652.06	2,364.36	12,045.54	1.31	5.52

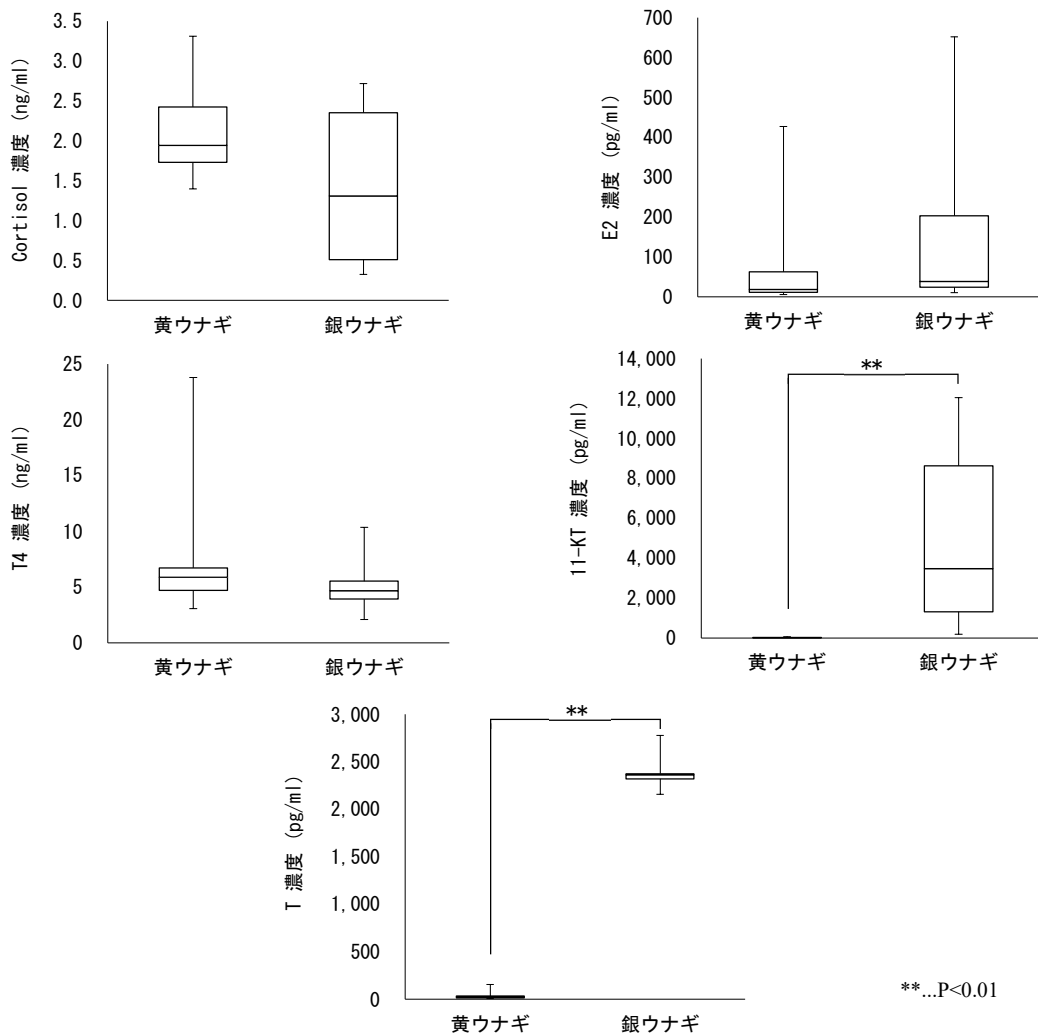


図7 黄ウナギ及び銀ウナギの血中ホルモン濃度 (2021年)

2021 年度に採捕された銀ウナギは全個体がメスであった。小川原湖ではウナギの性比がメスに偏っていることが指摘されている⁴⁾。また、2016 年以降実施している小川原湖及び高瀬川における銀ウナギ採捕調査ではオスの銀ウナギが採捕されておらず²⁻⁴⁾、オスの銀ウナギの出現状況については今後も継続して調査する必要がある。

3. 天然ウナギサンプルの採集

小川原湖内において 12 個体のウナギを採捕した (表 5)。採捕した個体は水産研究・教育機構水産技術研究所日光庁舎に送付し、由来判別用の耳石採取及び精密測定に供した。

表 5 小川原湖内で採捕された天然ウナギ (2021 年)

採捕日	漁法	採捕地点	全長 (cm)	体重 (g)
2021/5/10	胴網	小川原湖	13.2	1.2
2021/5/10	胴網	小川原湖	16.1	2.6
2021/5/10	胴網	小川原湖	14.5	2.9
2021/5/20	胴網	小川原湖	14.9	1.1
2021/5/27	胴網	小川原湖	24.3	11.4
2021/5/28	胴網	小川原湖	14.2	1.3
	胴網	小川原湖	20.9	8.7
	胴網	小川原湖	19.6	5.5
2021/6/11	胴網	小川原湖	17.6	3.7
~6/17	胴網	小川原湖	18.9	5.1
	胴網	小川原湖	19.2	6.1
	胴網	小川原湖	16.7	3.7

文 献

- 1) IUCN 2021. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1*. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 30 August 2021
- 2) 松谷紀明 (2021) 河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業. 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, 92-99.
- 3) 松谷紀明 (2021) 河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業. 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, 80-88.
- 4) 松谷紀明 (2022) 河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業. 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, 76-88.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 水産庁 (2019) DNA マーカーを用いたニホンウナギの非侵襲的個体識別法マニュアル
- 9) 遠藤尠寛 (2022) 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. 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, 165-168.
- 10) 白井厚太郎、板倉光、矢田崇、福田野歩人、横内一樹 (2023) 産卵場に向かうニホンウナギの由来判別. 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
- 11) Sudo, R and Tsukamoto, K. (2015) Migratory Restlessness and the Role of Androgen for Increasing Behavioral Drive in the Spawning Migration of the Japanese eel. *Scientific Reports*, 5:17430.

謝 辞

本事業にご協力いただきました国立研究開発法人水産研究・教育機構、小川原湖漁業協同組合、六ヶ所村漁業協同組合、三沢市漁業協同組合の皆様へ感謝申し上げます。

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

2021年5月～9月

(2) 調査場所

新井田川、赤石川、中村川

(3) 調査方法

有害鳥獣駆除により捕獲されたカワウ 24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 -30°C ～ -20°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アユは、尾鱗長^{1,2)}又は準下尾骨長³⁾からの推定式により体重を推定した。胃内容物組成については、少なくとも尾部が残存していて魚種が特定できた捕食魚のみを使用し、完全に溶解していたり、骨のみしかなく魚種が特定できなかった胃内容物は捕食魚組成に含まなかった。なお2021年のアユの種苗放流は新井田川で5月20日、赤石川と中村川で5月27日に実施された。

2. カワウ糞の DNA メタバーコーディング解析

(1) 調査月日

2021年5月24日：奥入瀬川(おいらせ町)

2021年6月1日、10月12日：七戸川(七戸町)

2022年2月3日：新井田川(八戸市)

(2) 調査場所

カワウねぐら下(図1)

(3) 調査方法

カワウのねぐら下でカワウ糞を採取した。奥入瀬川と七戸川では植物の葉に付着した糞を採取した。新井田川では雪上に落ちた個別の糞を採取した。糞に含まれる捕食魚 DNA の次世代シーケンス解析を実施した。なお2021年のアユの種苗放流は奥入瀬川で5月22日と26日、七戸川に近い野辺地川では5月25日、サケの種苗放流は新井田川で1月9日から4月18日まで実施された。食害可能性のある魚種として奥入瀬川、七戸川ではアユ、新井田川ではサケ稚魚を想定してサンプリング日と場所を設定した。採取した糞は DNA 抽出まで -30°C で冷凍保存した。

糞からの DNA 抽出には QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit (Qiagen) を使用した。抽出 DNA について MiFish プライマー⁴⁾により PCR 後、PCR 産物を次世代シーケンス解析(アンプリコン・シーケンス解析)に供した。

データ解析方法としては、Qiime2 を用いてプライマー配列、3' 末端の 120 bp、キメラ配列、ノイズ配列が除去された配列を取得した後、代表配列と ASV 表を出力した。各サンプルの総リード数に占める割合が 0.1%未満の低頻度 ASV は解析から除外した。得られた代表配列は魚類ミトコンドリアゲノムデータベース MitoFish と MiFish 用参照配列に対し BLASTN を行い系統推定した。系統推定の出力結果については、MiFish に係る誤同定チェックシート ver. 1.0 (https://www.biodic.go.jp/edna/edna_top.html) を参照した他、複数種が候補になった場合は各候補種の生息分布情報を加味した。その後、総リード数に対する系統別のリード数割合（相対存在量）を算出した。なおカワウ糞のアンプリコン・シーケンス解析によるリード数の相対存在量が、捕食魚類の重量ベースでの相対存在量とどの程度対応するかは明らかになっていない。次世代シーケンス解析は株式会社生物技研に委託した。

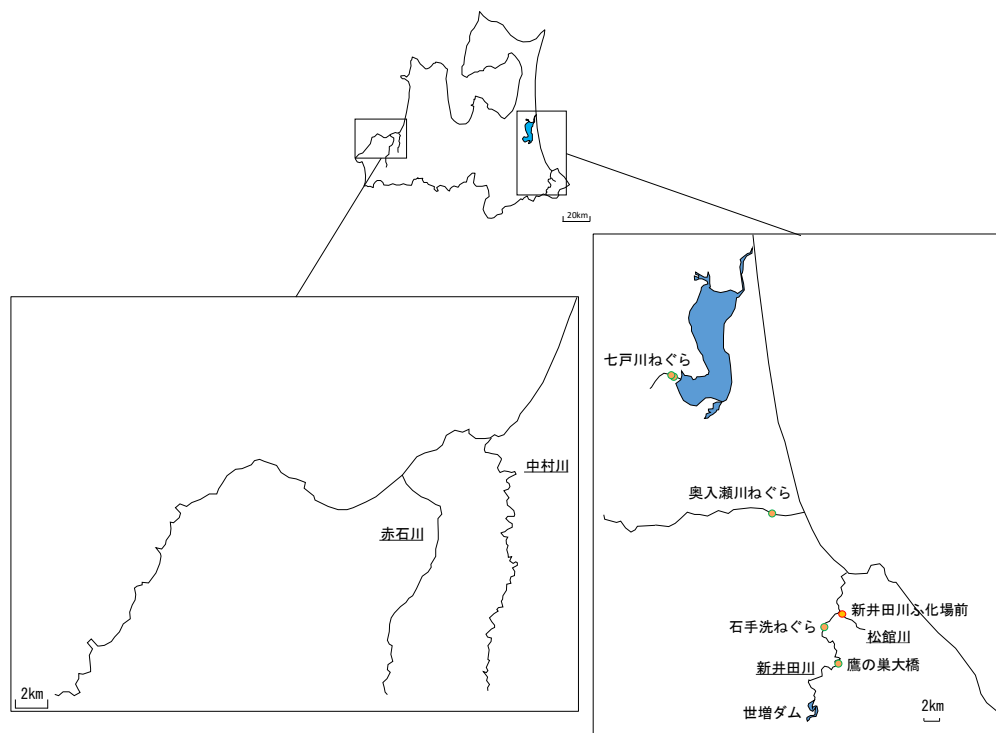


図 1. 調査定点

3. 生息数・飛来数および食害状況の算定

(2) のカワウ糞採取日前後の夕方に各ねぐらにて生息数を調査した。また青森県猟友会鱒ヶ沢支部による 2021 年 9 月の赤石川における飛来数調査結果、新井田川漁業協同組合による 2021 年 4 月～2022 年 3 月のサケふ化場付近の 2 か所（新井田川本流、支流松館川、図 2）における飛来数調査結果の提供を受け、取りまとめた。新井田川本流では 9 月下旬以降に「X 羽以上」の記録が散見され、その場合には X 羽とした。また着水ではなく川岸の木（ねぐらでない）にいる場合も記録されていたが、その数も飛来数として用いた。2021 年 9 月の赤石川におけるカワウによるアユの捕食量、捕食金額を算定した。



地図出典：地図・空中写真閲覧サービス（国土地理院）

図 2. カワウ飛来数調査地点（新井田川）

結果と考察

1. 胃内容物調査(図 3、表 1)

5月に新井田川の世増ダム周辺において捕獲された1羽の胃内容物はワカサギのみであった。

6月に赤石川で捕獲された2羽の胃内容物はアユ、ウグイ、アブラハヤ、ヨシノボリ属であった。2羽ともアユが80%以上を占めていた。9月に捕獲された8羽の胃内容物はアユ、ウグイ、カジカ属であった。いずれの個体もアユが90%以上を占め、8羽の胃内容物を合計した場合のアユの割合は98.6%であった。捕食されていたアユの平均推定体重は40.0g (N=39)であった。これらのことから、2020年に続き2021年もアユの産卵期に赤石川に飛来するカワウがアユを集中的に捕食していたことが確認された。

6月に中村川で捕獲された1羽の胃内容物はアユ、ウグイ、チチブ属であった。アユは26%であり、同時期の赤石川と比較して少ない傾向にあった。

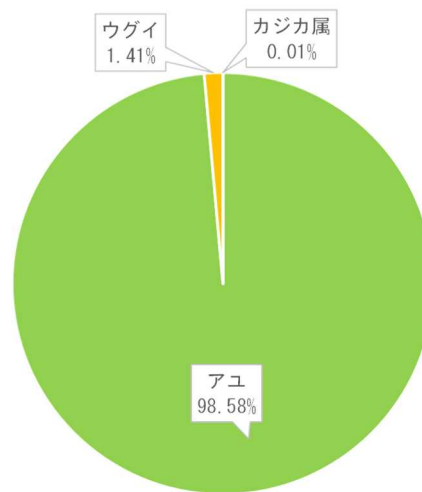


図 3. カワウ胃内容物重量組成 (赤石川、2021年9月、8羽合計)

表1 捕獲したカワウウの分析結果(2021年)

捕獲日	捕獲場所	全長 (cm)	体重 (kg)	年齢	♀♂	実測胃内 容物重量 (g)	胃内容物 状態	推定胃内 容物重量 (g)※	胃内容物組成 (%)							
									アユ	ワカサギ	ウグイ	アブラハヤ	チチブ属	ヨシノボリ属	カジカ属	
2021/5/15	新井田川 (鷹の巣大橋付近)	76.0	1.7	幼~若	♀	25	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/5/15	新井田川 (世増ダム周辺)	76.3	1.9	成	♀	12	欠損なし	-	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/6/6	赤石川	82.5	2.1	成	♂	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/6/6	赤石川	78.0	2.1	成	♀	201	一部欠損	295	99.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
2021/6/8	中村川	80.5	2.2	成	♂	51	一部欠損	48	26.1	0.0	67.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0
2021/6/13	赤石川	74.2	1.8	成	♀	79	一部欠損	44	81.2	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/6/13	赤石川	76.3	1.8	成	♀	92	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/6/13	赤石川	73.9	1.7	幼~若	♀	7	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/6/26	中村川	74.5	1.7	幼~若	腐敗のため不明	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/6/27	中村川	74.6	1.8	成	腐敗のため不明	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/19	赤石川	76.6	1.9	幼~若	♂	17	一部欠損	62	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/9/19	赤石川	78.8	2.2	幼~若	♂	11	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/19	赤石川	83.0	2.3	幼~若	♂	7	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/19	赤石川	79.2	2.7	幼~若	♂	231	一部欠損	302	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/9/19	赤石川	80.8	2.3	幼~若	♀	22	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/19	赤石川	79.3	2.2	幼~若	♂	91	一部欠損	221	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/9/19	赤石川	76.3	2.3	幼~若	♂	11	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/19	赤石川	81.2	2.2	幼~若	♂	16	溶解	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/19	赤石川	71.0	1.8	幼~若	♂	171	一部欠損	281	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2021/9/19	赤石川	79.9	2.3	幼~若	♂	103	一部欠損	221	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/9/25	赤石川	83.5	2.0	幼~若	♂	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/9/25	赤石川	77.5	1.9	幼~若	♂	113	一部欠損	80	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/9/25	赤石川	80.8	2.3	幼~若	♂	121	一部欠損	229	90.3	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021/9/25	赤石川	81.0	2.4	幼~若	♂	161	一部欠損	184	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

※消化による魚体欠損のため、尾鱗長、準下尾骨長から未欠損時の魚体重を推定した値

2. カワウ糞の DNA メタバーコーディング解析

5月24日の奥入瀬川のねぐらの糞からはアユが平均15%出現した(図4)。アユは8サンプル中、2サンプルから出現した。奥入瀬川のアユの種苗放流は5月22日に実施されたため、放流直後のアユが捕食されていた可能性がある。一方、6サンプルからはアユは出現しなかったことから、ねぐらの20羽(5/18確認)の内、一部の個体がアユを捕食していた可能性がある。アユを捕食していなかった糞からは、ウグイ、コイ属、アブラハヤ、ドジョウ属が比較的多く出現した。

6月1日の七戸川のねぐらの糞からはアユは出現しなかった(図4)。ほとんどの糞はジュウサンウグイとウグイで9割以上が占められた。10月12日の七戸川のねぐらの糞からもアユは出現しなかった。6月とは組成が大きく異なり、ウグイ類が少なく、サクラマスとボラが優占していた。

2022年2月3日の新井田川のねぐらの糞からはサケは出現しなかった(図4)。ボラ、ゴマサバ or マサバ、マイワシ、カタクチイワシ、ヒラメ、ワカサギなどが比較的多く出現した。

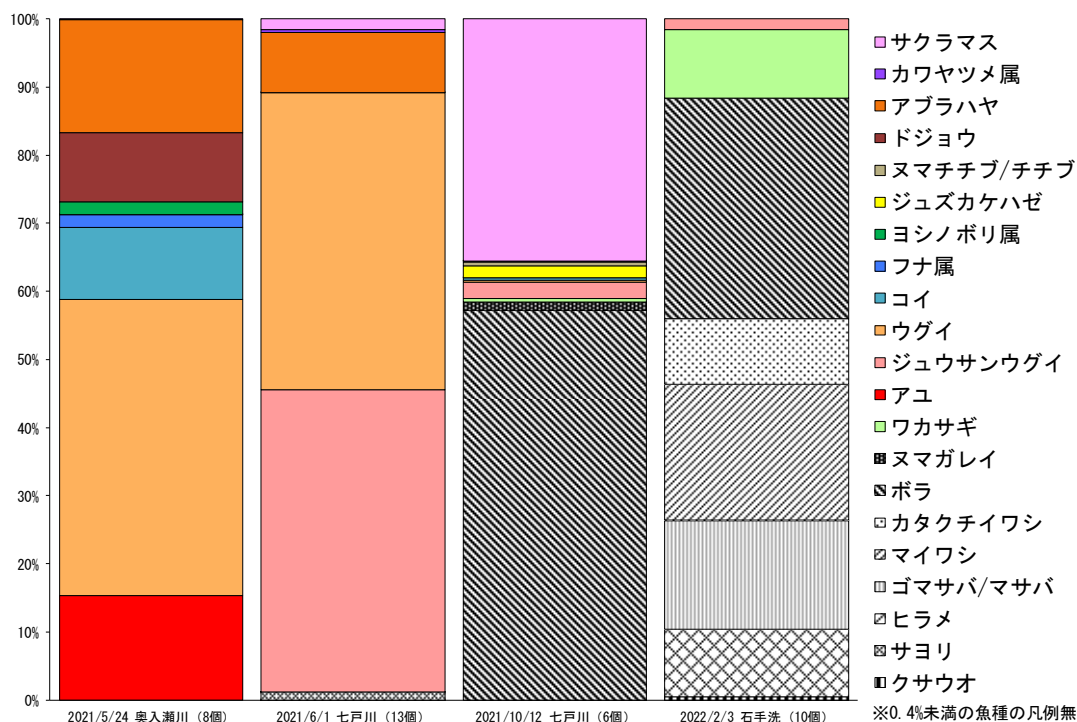


図4. カワウ糞の DNA メタバーコーディング結果

3. 生息数・飛来数および食害状況

糞採取日前後のねぐらの生息数について、2021年5月18日の奥入瀬川ねぐらでは20羽、2021年6月3日、10月12日の七戸川ねぐらでは76羽、92羽を確認した。2022年2月3日の新井田川では1,000羽以上を確認したが、正確な数はカウントできなかった。

新井田川のサケふ化場付近(図2)における日別平均飛来数(2021年4月~2022年3月、土日祝日等を除く)は、新井田川本流で0羽~22.5羽、支流松館川で0羽~1.5羽であった(図5)。新井田川本流では10月~12月上旬に多く、その後減少したものの、2月中旬~3月上旬にかけて増加がみられた。松館川では7月まではほぼ0羽、8月以降は0羽~数羽が散見された程度であった。新井田川漁業協同組合は松館川に放流されるサケ稚魚のカワウ食害対策として、2019年よりサケ稚魚の夕方放流、松館川へのサケ稚魚放流口前の刺網設置を行ってきた。2022年は刺網の設置はしなかったものの、松館川への飛来数はサケの種苗放流が始まった1月9日以降も増えていないことから、夕方放流の効果が高いものと思われる。

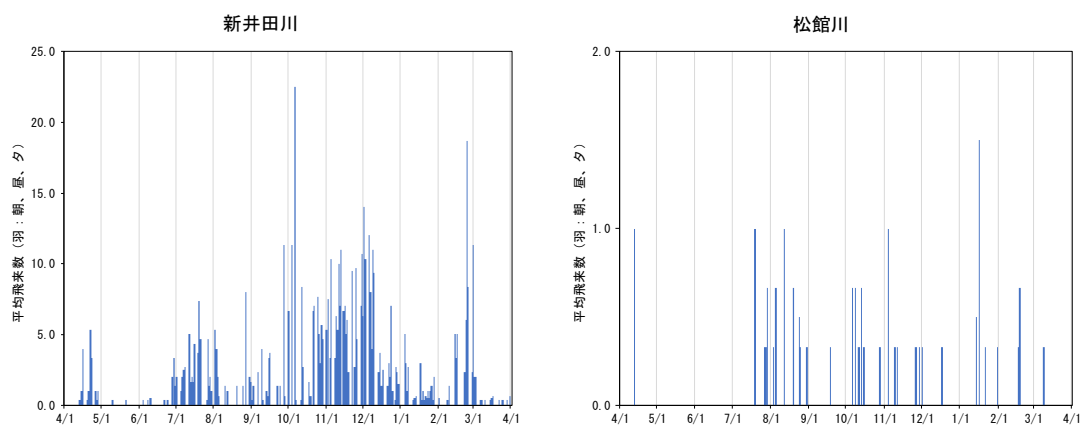


図 5. カワウ飛来数調査結果 (新井田川)

2021年9月の赤石川では9月19日に40羽(駆除数15羽)、9月25日に10羽(駆除数8羽)、9月26日に1羽(駆除数1羽)確認された。9月19日の駆除の開始とともに飛来数は明確に減少した。9月の日平均飛来数について19日、25日、26日の飛来数を算定に用いると1日平均17羽である。ただし駆除が行われていなかった9月18日以前には19日と同様の40羽程度が飛来していた可能性があり、過少評価の可能性に留意する必要がある。捕食量、捕食金額を上記の胃内容物調査結果(アユ98.6%、アユ平均体重40.0g)飛来数調査結果(17羽/日)、および鱒ヶ沢町役場によるアユ種苗単価3,960円/kg、カワウの1日捕食量500gから算出すると、9月の30日間の赤石川でのカワウによるアユの捕食尾数は6,286尾、捕食量は251kg、捕食金額は99万円と算出された。2020年に引き続き、この時期に赤石川に飛来するカワウがアユを集中的に捕食していたことが確認された。一方で銃器による飛来数防除効果も2020年⁵⁾と同様に確認されたことから、この時期の赤石川における銃器での追い払いは効果的と考えられた。

謝 辞

新井田川における調査では新井田川漁業協同組合、青森県内水面漁業協同組合連合会、三八地方水産事務所、八戸市水産事務所、赤石川、中村川における調査では青森県猟友会鱒ヶ沢支部、中村川振興漁業協同組合、青森県内水面漁業協同組合連合会、弘前大学、鱒ヶ沢町役場に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) 藍憲一朗, 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) Miya, M., Sato, Y., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J. Y., Sato, K., Minamoto, T., Yamamoto, S., Yamanaka, H., Araki, H., Kondoh, M., & Iwasaki, W. (2015) MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society open science*, 2(7), 150088.
- 5) 静一徳(2023)カワウによる内水面資源の捕食実態の把握. 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, 169-177.

漁業公害調査指導事業

静 一徳・榊 昌文

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

2021 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 HACH HQ-40d)
- ⑥ pH：機器測定 (小川原湖 YSI ProDSS、十三湖 HACH HQ-40d)
- 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 2020 年の月別平均値とした。

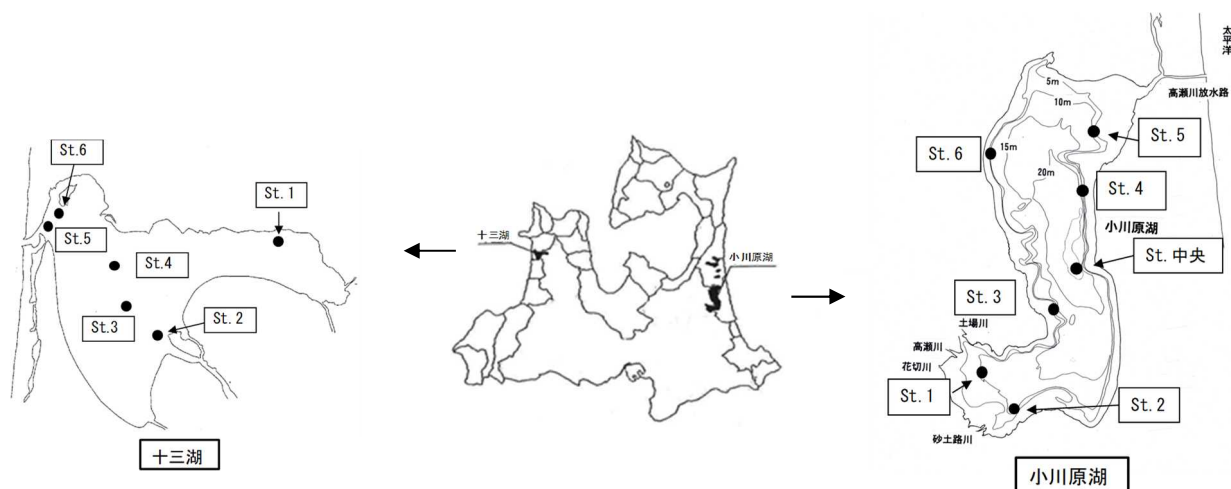


図 1. 小川原湖及び十三湖の調査地点

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 1-1～表 1-5、表 2-1～表 2-3、図 2、図 3-1～図 3-3)

① 水温

6 月に平年より高めであった他は平年並みで推移した。

② 溶存酸素量 (DO)

5 月に平年より高め、8 月に平年より低めであった。水深 5m の最低値は、8 月の St. 1、St. 2 の 7.5mg/ℓ で、水深 5m では貧酸素 (4.3mg/ℓ 未満、水産用水基準 (2005) に基づき定義) は確認されなかった。

St. 中央における貧酸素の水深は 4 月、5 月は 16m 以深であったが、6 月から上昇し、9 月に 10m 以深に達した。10 月以降は 13m 以深であった。

③ pH

5 月、9 月～11 月に平年より高め、7 月に平年より低めであった。

④ 塩分

2021 年の表層、5m 層塩分は 0.4～1.7 で、4 月～5 月は平年よりやや低め、6 月以降は平年並みで推移した。

⑤ 強熱減量・粒度組成

5 月の St. 1 で強熱減量が 2.3%、泥の割合が 5.8% と、他の月、地点と比較して両者の値が高い傾向にあった。St. 1 は七戸川、土場川の河口に近いと、河川からの流下物の影響を受けたと思われる。その他の地点では全地点で強熱減量は 1.3% 以下で泥の割合も最大で 3.4% と低く、全体的にきれいな砂質であった。一般的にヤマトシジミの生息に適した底質として泥分が 50% 未満の砂質とされており、ヤマトシジミの生息に適した底質であったといえる。

(2) 十三湖 (表 3-1～表 3-4、表 4-1～表 4-3、図 4、図 5-1～図 5-3)

① 水温

2021 年の水温は、4 月～7 月までは平年より 1.0～5℃ 程度高めであった。8 月平年より低めとなったが、以降平年並みに推移した。最高水温は 7 月に最大値を示した。極端に高い水温は観測されず、ヤマトシジミへの影響もなかったと思われる。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 DO (溶存酸素量)

2021 年の溶存酸素は、飽和度で 50% を下回るような貧酸素状態は観測されなかった。7 月と 9 月に表層、底層ともに平年値より高めとなった。

③ pH

pH は 7 月と 9 月はかなり高めであった。DO 値も同様に高めとなっていたことから植物プランクトンの増殖の影響と

考えられる。

④ 塩分

2021年の塩分は表層で0.1～11.9、底層で0.3～19.2で、6月～7月、9月～10月は表層・底層ともに平年を大幅に上回る高塩分となった。20以上の高い値が確認されたのは、湖東部のSt.1で3回、湖中央最深部のSt.3で3回、河口付近のSt.5で1回、St.6で2回であった。ヤマトシジミの産卵期は7月から9月とされているが、底層において、産卵後、卵の発生に影響がある20以上の高塩分となったのは、7月はSt.3、8月はなし、9月はSt.1、St.3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。

2020年と比較して、5月の湖東部St.1及び十三湖河口St.6の強熱減量と泥の割合は2020年より減少していたが、7月・9月は前年並となった。

2. 湖沼生物モニタリング調査

(1) 小川原湖（表5-1～表5-3）

全ての月でヤマトシジミが優占していた。ヤマトシジミ以外では、5月はユスリカ科、貧毛綱、9月は腹足綱、貧毛綱が多かった。

(2) 十三湖（表6-1～表6-3）

全ての月でヤマトシジミが優占していた。ヤマトシジミ以外では、全定点平均で5月、7月に多毛綱、9月に貧毛綱が多かった。

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。

表 1-1. 小川原湖水質観測結果 (2021 年 4 月、5 月)

観測月日	4月14日						5月13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	8:16	10:48	9:35	9:48	10:30	7:45	8:11	8:59	10:11	10:41	11:33	
天候	曇り	曇り	雨	曇り	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
気温(°C)	8.5	8.0	7.2	7.0	6.7	7.4	16.2	16.5	16.9	21.2	18.5	18.4	
風向(16方位)	西	北西	北西	北西	北西	北西	東	-	-	-	東北東	北東	
風速(m/sec)	8.2	6.4	5.0	6.7	7.8	4.5	1.6	0.0	0.0	0.0	3.6	5.6	
水深(m)	11.0	10.3	11.0	10.8	10.3	11.0	11.0	10.4	11.0	11.3	11.6	10.0	
透明度(m)	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.7	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	
水温(°C)	0m	7.7	8.2	7.9	8.1	8.2	8.6	13.4	13.4	12.9	13.6	13.2	14.9
	5m	7.7	8.1	7.9	8.1	8.2	8.5	13.1	12.9	12.4	12.6	12.3	12.9
	10m	7.2	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	11.4	12.3	12.2	12.5	12.2	12.4
	B-1m												
DO(mg/l)	0m	12.2	12.5	13.0	13.0	13.1	13.4	13.1	12.9	13.1	12.9	13.0	13.2
	5m	12.2	12.4	12.9	13.0	13.1	13.2	12.7	12.5	12.3	12.3	12.1	13.7
	10m	11.7	12.1	12.9	12.9	13.0	13.0	9.8	11.4	11.7	12.0	12.1	11.4
	B-1m												
DO(%)	0m	103.2	106.5	110.0	110.8	112.0	116.0	126.3	123.9	127.0	125.2	124.2	131.0
	5m	102.6	106.3	109.7	110.7	111.9	113.7	121.2	119.2	115.8	116.5	113.9	130.5
	10m	97.7	102.0	109.6	110.4	111.5	111.5	90.3	107.6	109.8	113.1	113.6	107.5
	B-1m												
pH	0m	8.0	8.0	8.3	8.5	8.5	8.8	9.3	9.2	9.3	9.2	9.2	9.3
	5m	8.0	8.0	8.3	8.5	8.5	8.7	9.2	9.2	9.3	9.3	9.3	9.5
	10m	8.1	8.0	8.4	8.5	8.5	8.7	8.4	9.1	9.3	9.3	9.3	9.2
	B-1m												
塩分	0m	1.0	0.9	1.1	1.1	1.1	1.2	1.0	0.9	1.1	1.1	1.2	1.2
	5m	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2
	10m	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
	B-1m												

表 1-2. 小川原湖水質観測結果 (2021 年 6 月、7 月)

観測月日	6月15日						7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	8:17	9:05	10:06	10:19	11:03	7:40	8:15	8:57	10:08	10:34	11:35	
天候	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	21.4	21.4	20.2	20.0	18.7	19.0	20.4	21.8	22.0	22.4	22.6	25.9	
風向(16方位)	西	北西	北東	北東	西	東	東	東	南東	北東	北東	南東	
風速(m/sec)	1.3	1.9	3.5	2.3	5.2	6.0	0.5	1.4	1.9	2.2	2.6	1.7	
水深(m)	10.8	11.2	10.4	17.2	12.4	11.6	11.1	10.7	10.3	13.3	11.6	11.4	
透明度(m)	2.6	2.2	4.7	7.2	7.3	7.0	1.3	1.4	2.7	3.0	3.0	3.0	
水温(°C)	0m	23.0	22.8	22.9	21.2	21.1	22.7	21.2	21.5	21.8	21.4	21.4	22.7
	5m	19.4	21.8	22.3	19.6	19.6	22.7	20.5	21.3	21.2	20.9	20.9	22.3
	10m	16.5	15.7	17.1	16.2	16.4	17.9	20.2	19.9	20.4	19.9	20.1	20.9
	B-1m												
DO(mg/l)	0m	9.7	10.1	9.3	9.0	8.8	8.8	10.1	11.0	9.5	9.3	9.1	9.6
	5m	7.9	8.8	9.0	8.6	8.6	8.8	8.0	9.6	9.1	8.3	8.3	9.4
	10m	4.9	3.8	6.5	5.4	5.3	6.9	6.7	4.9	7.2	6.6	6.7	8.0
	B-1m												
DO(%)	0m	113.2	118.2	108.6	101.8	99.3	103.1	114.1	124.5	108.5	105.9	103.7	111.8
	5m	86.4	106.7	103.6	94.3	94.4	102.5	89.9	108.8	102.9	92.9	93.1	108.5
	10m	50.3	39.0	67.3	55.6	54.5	73.0	75.0	54.2	80.8	73.2	74.2	90.6
	B-1m												
pH	0m	8.5	8.7	8.3	7.8	7.6	8.0	7.7	8.1	7.7	7.6	7.9	7.8
	5m	7.5	8.3	8.0	7.5	7.5	8.0	7.4	7.8	7.5	7.3	7.5	7.7
	10m	8.0	7.2	7.5	7.4	7.6	7.7	7.5	7.3	7.4	7.2	7.3	7.7
	B-1m												
塩分	0m	1.0	0.9	1.2	1.2	1.3	1.2	0.7	0.8	1.2	1.2	1.2	1.2
	5m	1.1	1.0	1.2	1.1	1.3	1.2	1.1	0.9	1.2	1.2	1.3	1.2
	10m	1.3	1.4	1.3	1.4	1.5	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4
	B-1m												

表 1-3. 小川原湖水質観測結果 (2021 年 8 月、9 月)

観測月日	8月11日						9月15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	8:16	8:30	9:08	10:14	10:39	11:30	8:00	8:23	9:13	10:17	10:32	11:37	
天候	雨	雨	雨	曇り	雨	雨	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	17.5	17.9	17.3	17.4	17.7	17.3	17.8	18.3	20.8	21.2	22.8	18.1	
風向(16方位)	北東	北東	東	南東	南	南東	西	西	東	北東	北東	北東	
風速(m/sec)	4.9	4.8	6.5	5.6	5.8	8.2	4.1	1.3	5.6	8.8	8.2	8.3	
水深(m)	12.0	12.2	10.1	12.0	12.1	11.4	11.3	10.9	10.4	10.9	11.0	10.8	
透明度(m)	0.3	0.3	1.6	2.2	2.0	2.0	2.1	1.8	2.2	2.2	2.1	2.1	
水温(°C)	0m	22.2	21.8	23.7	23.6	23.2	22.9	21.2	20.8	21.4	21.5	21.5	21.4
	5m	22.0	20.7	23.7	23.4	22.8	22.9	21.2	20.8	21.4	21.4	21.5	21.4
	10m	19.8	18.7	20.4	23.2	22.4	22.1	20.2	20.7	21.3	20.6	20.9	21.4
	B-1m												
DO(mg/l)	0m	7.4	7.3	7.3	7.4	7.3	7.5	9.3	8.9	8.9	8.7	8.8	8.9
	5m	7.3	7.4	7.0	7.1	6.3	7.3	9.2	8.8	8.9	8.4	8.7	8.9
	10m	7.4	7.6	1.9	6.7	6.3	5.2	7.8	7.0	9.1	3.0	3.4	8.8
	B-1m												
DO(%)	0m	85.1	83.0	87.0	87.6	85.7	87.3	105.2	99.6	101.3	99.1	100.2	101.2
	5m	84.1	83.2	83.5	83.7	74.2	85.2	103.9	98.4	100.9	94.9	99.4	101.3
	10m	81.8	81.3	21.8	79.0	73.0	59.6	86.0	78.3	103.2	33.4	38.5	100.4
	B-1m												
pH	0m	7.7	7.5	8.6	8.6	8.3	8.3	8.9	8.5	8.8	8.8	8.8	8.8
	5m	7.6	7.1	8.5	8.4	7.7	8.2	8.8	8.4	8.8	8.7	8.8	8.8
	10m	7.4	7.1	7.1	8.1	7.6	7.4	8.0	7.7	8.9	7.3	7.4	8.8
	B-1m												
塩分	0m	0.6	0.6	1.1	1.2	1.3	1.3	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2
	5m	0.6	0.4	1.2	1.3	1.5	1.3	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2
	10m	0.4	0.2	2.2	1.4	1.8	1.9	0.9	1.0	1.1	1.7	1.7	1.2
	B-1m												

表 1-4. 小川原湖水質観測結果 (2021 年 10 月、11 月)

観測月日	10月20日						11月15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	8:10	8:27	9:08	10:06	10:20	11:20	8:15	8:24	8:53	9:45	10:00	10:40	
天候	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	14.4	14.5	15.4	17.4	16.4	17.1	10.9	11.0	10.7	12.2	13.0	12.6	
風向(16方位)	南南東	南	南	南	南南西	南	-	南西	南西	南西	南西	西	
風速(m/sec)	4.4	2.0	6.1	3.8	3.0	1.6	0.0	2.8	1.6	2.4	0.8	1.6	
水深(m)	11.1	10.8	11.8	10.0	11.0	11.9	11.0	10.3	11.7	11.1	11.1	12.1	
透明度(m)	1.8	1.8	2.0	2.0	1.9	1.9	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	
水温(°C)	0m	15.6	16.3	16.8	17.2	16.9	16.9	12.4	12.4	12.9	13.0	13.0	12.9
	5m	15.9	16.3	16.8	17.1	16.9	16.8	12.8	12.5	12.6	13.0	13.0	12.9
	10m	16.9	15.5	16.9	17.1	16.9	16.8	13.2	13.1	12.7	13.0	13.0	12.8
	B-1m												
DO(mg/l)	0m	9.4	9.0	9.3	9.4	9.4	9.3	10.3	10.3	10.7	10.6	10.6	10.6
	5m	9.2	8.9	9.2	9.2	9.3	9.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	10.3
	10m	8.7	7.8	9.0	9.2	9.2	9.0	9.4	7.6	10.3	10.3	10.4	10.5
	B-1m												
DO(%)	0m	94.6	92.8	96.4	98.0	98.3	96.8	97.1	97.8	102.2	101.8	101.5	101.0
	5m	93.3	91.5	95.9	96.6	96.4	94.1	96.0	95.1	98.8	99.4	99.5	98.2
	10m	90.0	78.9	93.6	96.1	95.8	93.5	90.7	73.3	98.3	98.7	99.2	100.6
	B-1m												
pH	0m	7.8	7.8	8.2	8.3	8.4	8.4	8.0	7.9	8.3	8.4	8.4	8.4
	5m	7.8	7.7	8.2	8.3	8.4	8.3	8.0	7.8	8.2	8.3	8.3	8.3
	10m	8.0	7.5	8.2	8.3	8.3	8.3	8.0	7.6	8.2	8.3	8.3	8.4
	B-1m												
塩分	0m	1.0	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.3	1.4	1.6	1.6	1.7	1.6
	5m	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6
	10m	1.4	1.1	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	B-1m												

表 1-5. 小川原湖中央水質観測結果 (2021 年 4 月~11 月)

観測月日	4月14日					5月13日					6月15日					7月12日				
時刻	8:48					9:18					9:18					9:21				
天候	曇り					晴れ					曇り					曇り				
気温(°C)	7.8					18.3					20.0					22.6				
風向(16方位)	北西					北東					北東					東北東				
風速 (m/sec)	8.5					1.7					2.3					2.1				
水深(m)	26.3					26.3					27.6					28.0				
透明度(m)	2.0					1.3					7.0					3.0				
水深	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分
0m	8.0	12.8	109.1	8.3	1.1	15.1	12.7	127.3	9.3	1.1	21.8	9.1	104.0	8.3	1.1	21.4	9.2	104.6	7.6	1.2
1m	8.0	12.8	109.0	8.3	1.1	13.5	13.2	127.9	9.3	1.1	21.8	9.0	103.7	8.3	1.1	21.4	9.2	104.2	7.4	1.2
2m	8.0	12.8	108.8	8.3	1.1	12.7	13.0	123.6	9.3	1.1	21.8	9.0	103.2	8.2	1.1	21.2	9.1	102.7	7.4	1.2
3m	8.0	12.8	108.5	8.3	1.1	12.7	12.6	119.7	9.3	1.1	21.7	9.0	103.3	8.2	1.1	21.1	8.9	100.8	7.4	1.2
4m	8.0	12.7	108.3	8.3	1.1	12.6	12.3	116.3	9.2	1.1	21.3	8.9	101.0	8.1	1.1	20.8	8.2	92.7	7.1	1.2
5m	8.0	12.7	108.0	8.3	1.1	12.6	12.2	115.4	9.2	1.1	20.1	8.8	97.4	8.0	1.1	20.8	8.2	91.6	7.0	1.2
6m	8.0	12.7	107.8	8.3	1.1	12.6	12.0	113.6	9.1	1.1	19.6	8.7	95.4	7.8	1.1	20.7	8.1	90.9	7.0	1.2
7m	8.0	12.6	107.5	8.3	1.1	12.4	11.5	108.9	9.0	1.1	18.5	7.0	75.3	7.4	1.1	20.6	7.9	88.3	6.9	1.2
8m	8.0	12.6	107.0	8.3	1.1	12.3	11.3	106.2	9.0	1.1	17.8	6.5	68.5	7.3	1.1	20.5	7.5	83.2	6.7	1.2
9m	8.0	12.6	106.8	8.3	1.1	12.1	11.1	103.6	8.9	1.2	17.6	6.7	70.5	7.3	1.2	20.2	6.9	76.8	6.7	1.3
10m	8.0	12.5	106.1	8.3	1.1	12.0	10.8	100.6	8.8	1.2	17.1	6.2	64.7	7.2	1.2	20.2	6.8	75.2	6.8	1.3
11m	8.0	12.4	105.5	8.3	1.1	11.9	10.7	99.5	8.7	1.2	16.7	5.6	58.1	7.3	1.3	20.1	6.4	70.5	6.7	1.3
12m	8.0	12.3	104.6	8.3	1.1	11.8	10.4	96.5	8.5	1.2	15.9	4.5	45.3	7.3	1.5	18.3	1.8	18.9	6.5	1.6
13m	8.0	12.2	103.6	8.2	1.1	11.6	9.9	92.0	8.3	1.2	15.1	3.3	32.9	7.3	1.7	16.5	0.2	1.9	6.5	2.0
14m	7.9	12.0	102.1	8.2	1.1	11.4	9.7	89.4	8.1	1.2	13.8	0.6	5.5	7.2	2.7	15.1	0.2	1.6	6.5	2.6
15m	7.6	11.3	94.5	8.1	1.2	11.1	8.3	76.2	7.8	1.3	13.1	0.1	1.1	7.3	3.6	14.3	0.2	1.7	6.5	3.1
16m	6.0	0.2	1.4	7.3	5.5	10.1	0.2	1.7	7.2	4.1	12.6	0.1	1.3	7.1	4.5	13.0	0.2	1.8	6.3	5.6
17m	5.8	0.2	1.6	7.3	7.8	8.0	0.2	1.9	7.1	9.2	9.9	0.2	1.6	6.9	9.7	11.7	0.2	2.1	6.3	8.3
18m	7.4	0.2	1.9	7.1	10.0	7.8	0.2	1.9	7.1	10.6	9.0	0.2	1.7	6.9	10.6	10.0	0.3	2.4	6.3	10.3
19m	8.3	0.2	2.1	7.1	12.0	8.1	0.2	2.0	7.1	11.6	8.6	0.2	1.8	6.9	11.7	9.1	0.3	2.5	6.2	11.3
20m	8.3	0.2	2.2	7.1	12.9	8.3	0.2	2.1	7.1	12.7	8.6	0.2	1.9	6.9	12.6	8.7	0.3	2.7	6.2	12.6
21m	8.1	0.2	2.2	7.1	13.4	8.2	0.2	2.2	7.1	13.5	8.6	0.2	2.0	6.9	13.1	8.6	0.3	3.0	6.2	13.5
22m	8.0	0.3	2.3	7.1	14.0	8.2	0.3	2.3	7.1	13.7	8.6	0.2	2.1	6.9	13.2	8.6	0.3	3.1	6.2	13.5
23m	7.8	0.3	2.4	7.1	14.0	8.2	0.3	2.3	7.1	13.8	8.6	0.2	2.1	6.9	13.6	8.6	0.3	3.2	6.2	13.5
24m	7.7	0.3	2.5	7.1	15.1	8.2	0.3	2.4	7.1	13.8	8.6	0.2	2.2	6.9	13.6	8.5	0.4	3.3	6.2	13.5
25m	7.7	0.3	2.8	7.1	15.2	8.4	0.3	2.6	7.1	11.6	8.6	0.3	2.4	6.8	13.6	8.5	0.4	3.5	6.2	13.5
観測月日	8月11日					9月15日					10月20日					11月15日				
時刻	9:21					9:30					9:19					9:02				
天候	雨					曇り					曇り					晴れ				
気温(°C)	16.9					21.9					16.0					11.3				
風向(16方位)	東					北東					南					南西				
風速 (m/sec)	6.0					6.1					5.9					2.7				
水深(m)	27.3					27.2					27.8					26.6				
透明度(m)	2.0					2.2					2.0					1.3				
水深	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分	水温(°C)	DO(mg/l)	DO(%)	pH	塩分
0m	23.6	7.3	86.0	8.5	1.2	21.4	9.0	101.8	8.9	1.1	16.9	9.5	98.5	8.3	1.3	12.9	10.6	101.1	8.4	1.4
1m	23.6	7.2	85.8	8.5	1.2	21.4	8.9	101.6	8.9	1.1	16.9	9.5	98.4	8.3	1.3	12.8	10.5	100.1	8.4	1.5
2m	23.6	7.2	85.2	8.5	1.2	21.4	8.9	101.4	8.8	1.1	16.9	9.4	98.0	8.2	1.3	12.8	10.6	100.2	8.4	1.5
3m	23.6	7.1	84.7	8.5	1.2	21.4	8.9	100.6	8.8	1.1	16.8	9.4	97.2	8.2	1.3	12.8	10.3	98.4	8.3	1.5
4m	23.6	7.1	84.4	8.4	1.2	21.3	8.7	98.9	8.8	1.1	16.8	9.3	96.7	8.2	1.3	13.0	10.1	96.6	8.3	1.6
5m	23.6	7.1	83.7	8.4	1.2	21.4	8.5	96.3	8.8	1.1	16.8	9.2	95.4	8.2	1.4	13.0	10.1	96.1	8.3	1.6
6m	23.6	7.1	83.7	8.4	1.2	21.3	8.5	96.5	8.8	1.1	16.8	9.1	94.9	8.2	1.4	12.9	10.0	95.2	8.3	1.6
7m	23.6	6.8	80.3	8.4	1.2	21.3	7.8	88.7	8.6	1.1	16.8	9.1	94.2	8.2	1.4	13.0	9.8	94.3	8.3	1.6
8m	23.5	6.3	75.1	8.1	1.3	21.3	7.8	88.9	8.6	1.1	16.8	9.0	93.9	8.2	1.4	13.0	9.8	94.2	8.2	1.6
9m	22.4	4.8	56.3	7.4	1.6	21.2	7.0	78.8	8.2	1.2	16.9	9.0	93.1	8.2	1.4	13.0	9.7	92.9	8.2	1.6
10m	22.2	4.5	52.1	7.3	1.7	20.6	3.9	43.4	7.2	1.3	16.9	8.9	92.9	8.2	1.4	13.0	9.6	91.5	8.2	1.6
11m	20.9	2.2	25.0	7.1	2.3	20.4	3.1	34.1	7.1	1.4	16.9	8.8	91.4	8.2	1.4	13.0	9.4	90.2	8.2	1.6
12m	19.4	0.6	6.7	7.0	2.8	20.3	2.2	25.0	7.2	1.6	17.0	8.4	87.7	8.2	1.4	12.9	9.2	88.4	8.1	1.6
13m	19.5	1.7	18.5	7.1	3.3	18.8	0.1	1.4	7.2	3.6	17.6	0.1	1.5	7.4	4.2	13.8	0.2	1.7	7.3	4.0
14m	19.5	1.3	14.6	7.1	4.0	17.8	0.1	1.5	7.3	4.8	17.7	0.2	1.6	7.1	5.5	15.9	0.2	1.7	7.1	6.0
15m	17.8	0.2	2.6	7.1	5.1	16.5	0.2	1.6	7.1	6.4	16.8	0.2	1.9	7.0	6.7	15.8	0.2	1.9	7.1	7.0
16m	16.3	0.1	1.4	7.1	6.9	15.4	0.2	1.8	7.1	7.6	15.6	0.2	2.1	7.0	8.7	15.4	0.2	2.1	7.1	8.0
17m	16.1	0.2	1.6	7.1	7.4	13.9	0.2	1.9	7.1	9.6	13.8	0.2	2.3	7.0	10.5	14.1	0.2	2.3	7.0	10.1
18m	12.4	0.2	1.7	7.0	9.8	12.2	0.2	2.3	7.0	11.0	12.9	0.2	2.4	7.0	11.1	13.0	0.3	2.5	7.0	11.1
19m	11.5	0.2	2.1	7.0	10.8	10.9	0.3	2.5	7.0	11.9	11.8	0.3	2.6	7.0	11.9	11.4	0.3	2.7	7.1	12.2
20m	9.7	0.2	2.1	7.0	12.1	10.2	0.3	2.6	7.1	12.6	10.7	0.3	2.8	7.0	12.6	11.1	0.3	2.9	7.1	12.5
21m	9.2	0.2	2.2	7.0	12.6	10.0	0.3	2.8	7.1	13.0	10.0	0.3	2.9	7.0	13.1	10.6	0.3	2.9	7.1	12.7
22m	8.9	0.2	2.3	7.1	13.0	9.7	0.3	2.8	7.1	13.3	9.9	0.3	3.0	7.0	13.1	10.3	0.3	3.0	7.1	12.9
23m	9.7	0.3	2.4	7.0	13.3	9.7	0.3	3.0	7.1	13.5	9.9	0.3	3.2	7.0	13.1	10.3	0.3	3.1	7.1	12.9
24m	10.1	0.2	2.4	7.0	13.7	9.6	0.3	3.1	7.1	13.8	9.9	0.3	3.3	7.0	13.1	10.3	0.3	3.2	7.1	12.9
25m	12.3	0.2	2.3	7.1	15.8	9.7	0.3	3.2	7.0	15.3	9.9	0.4	3.5	7.0	13.1	10.3	0.4	3.4	7.1	12.9

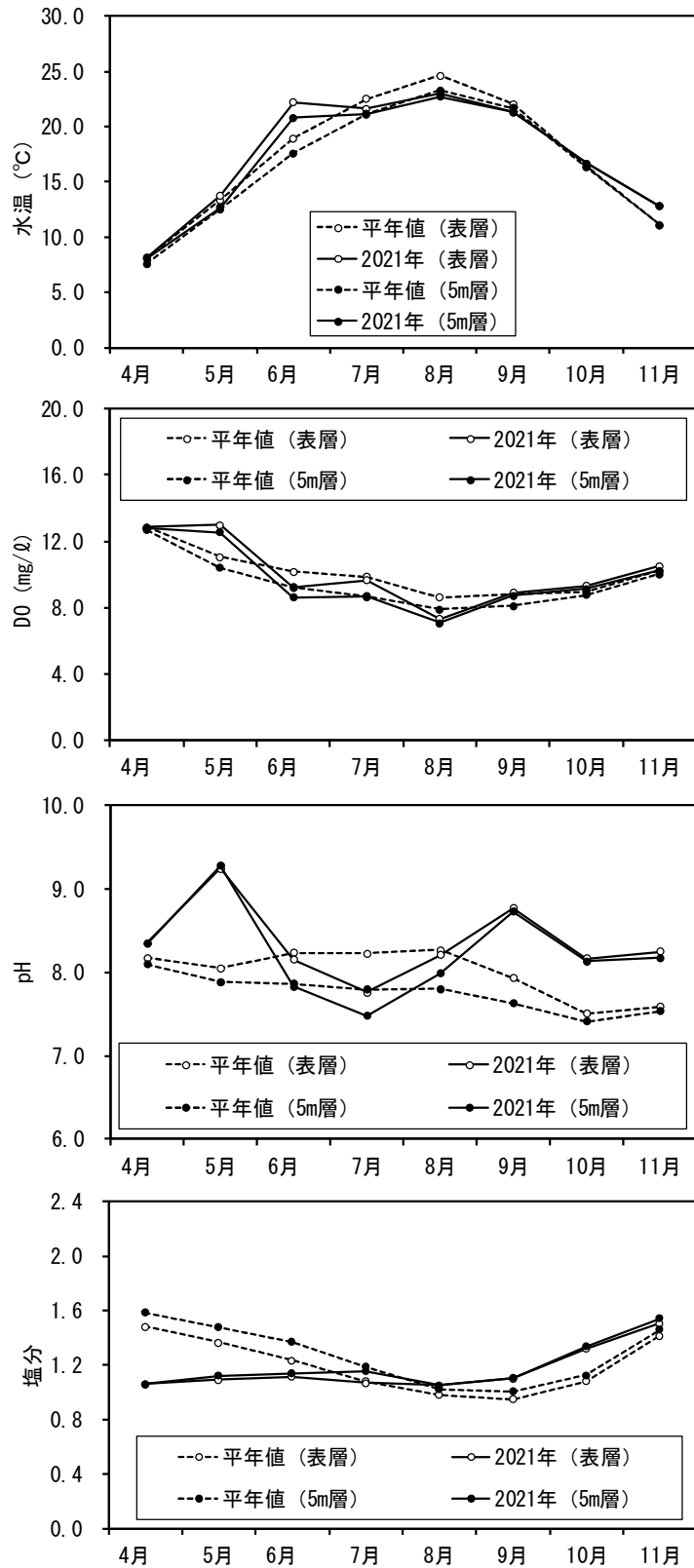


図 2. 小川原湖水質観測結果(全定点平均)

表 2-1. 小川原湖底質分析結果 (2021 年 5 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	3.0	3.9	3.7	3.7	3.9	3.4
含水率 (%)	25.8	21.9	20.2	19.5	20.3	20.0
乾泥率 (%)	74.2	78.1	79.8	80.5	79.7	80.0
強熱減量 (%)	2.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2
礫・極粗粒砂	0.9	2.5	6.4	1.6	3.5	0.1
粗粒砂	11.8	5.7	14.6	3.8	6.4	2.3
中粒砂	68.9	48.0	47.8	71.5	29.3	48.2
細粒砂	12.4	40.3	28.0	20.9	59.2	46.2
微細粒砂	0.2	0.7	0.7	1.1	1.0	1.8
泥	5.8	2.8	2.5	1.1	0.6	1.4

■泥 □微細粒砂 □細粒砂 □中粒砂 □粗粒砂 □礫・極粗粒砂

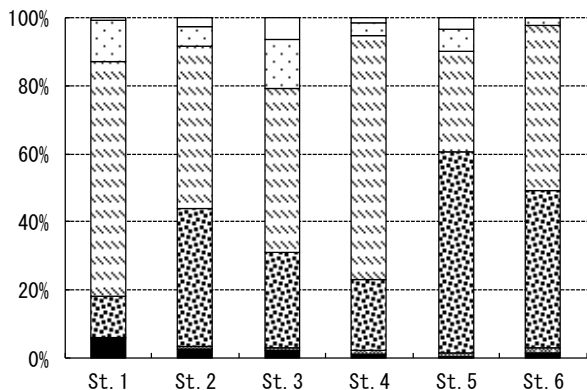


図 3-1. 小川原湖底質分析結果 (2021 年 5 月)

表 2-2. 小川原湖底質分析結果 (2021 年 7 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	4.8	4.4	4.9	4.6	4.8	3.5
含水率 (%)	20.6	22.9	22.9	19.9	20.6	20.8
乾泥率 (%)	79.4	77.1	77.1	80.1	79.4	79.2
強熱減量 (%)	1.0	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0
礫・極粗粒砂	0.4	1.2	1.9	1.8	3.3	0.0
粗粒砂	0.6	3.8	6.3	6.0	8.8	2.6
中粒砂	72.3	43.8	36.2	58.7	31.2	52.2
細粒砂	17.4	46.8	50.9	27.6	53.9	42.1
微細粒砂	0.3	1.1	2.2	2.5	0.8	1.1
泥	2.0	3.3	2.5	3.4	2.0	2.0

■泥 □微細粒砂 □細粒砂 □中粒砂 □粗粒砂 □礫・極粗粒砂

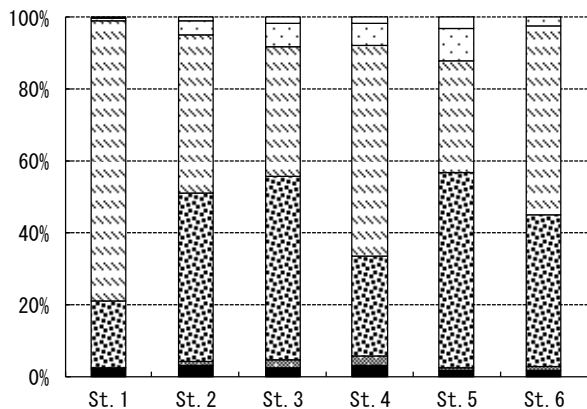


図 3-2. 小川原湖底質分析結果 (2021 年 7 月)

表 2-3. 小川原湖底質分析結果 (2021 年 9 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	3.9	4.4	4.0	4.0	4.0	5.0
含水率 (%)	21.1	21.9	22.7	20.3	21.3	21.9
乾泥率 (%)	78.9	78.1	77.3	79.7	78.7	78.1
強熱減量 (%)	1.0	1.2	1.1	0.9	1.1	1.1
礫・極粗粒砂	0.8	2.2	2.5	0.9	2.4	0.0
粗粒砂	10.8	4.1	9.3	5.5	7.2	3.1
中粒砂	71.5	45.4	42.6	66.0	28.4	49.4
細粒砂	15.4	44.5	42.1	23.3	59.5	44.6
微細粒砂	0.2	0.8	1.7	2.4	0.9	0.9
泥	1.3	3.0	1.8	1.9	1.6	2.0

■泥 □微細粒砂 □細粒砂 □中粒砂 □粗粒砂 □礫・極粗粒砂

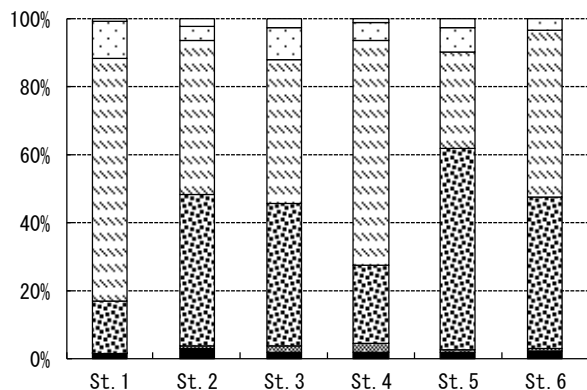


図 3-3. 小川原湖底質分析結果 (2021 年 9 月)

表 3-1. 十三湖水質観測結果(2021年4月、5月)

観測月日	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	14:45	14:34	14:25	14:18	14:09	14:01	14:56	14:37	14:25	14:17	14:04	13:57	
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)	15.2	14.1	14.3	14.6	17.0	16.0	20.6	19.7	18.2	20.2	19.5	19.0	
風向(8方位)	東北東	北東	北東	北北東	北東	北	北西	北西	北西	北西	北西	北西	
風速(m/s)	弱風	やや強風	やや強風	やや強風	やや強風	弱風	弱風	弱風	弱風	弱風	弱風	弱風	
水深(m)	0.4	0.5	2.0	0.9	1.1	0.4	0.5	0.4	1.8	0.8	1.3	0.6	
透明度(m)	水深以上	水深以上	0.9	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	15.1	12.0	10.6	12.4	12.2	13.6	21.8	18.3	17.8	18.5	19.1	20.8
	B-0.1m	15.0	11.9	10.6	12.3	12.0	13.7	21.8	18.4	17.3	18.6	18.8	20.9
DO(mg/l)	0m	11.3	10.9	11.1	11.0	10.9	11.0	8.4	9.0	9.0	8.8	8.8	8.8
	B-0.1m	11.4	10.9	11.0	11.0	11.0	10.9	8.4	8.9	8.6	8.7	8.7	8.7
DO(%)	0m	110.8	100.2	99.4	102.6	101.2	105.9	95.3	95.4	95.1	94.0	95.2	97.9
	B-0.1m	112.3	99.8	98.9	102.4	101.9	105.5	95.3	94.9	89.7	93.7	93.8	97.6
pH	0m	8.3	7.5	7.5	8.0	7.8	7.7	7.7	7.3	7.3	7.5	7.5	7.5
	B-0.1m	8.3	7.5	7.6	8.0	7.8	7.7	7.7	7.3	7.3	7.5	7.5	7.6
塩分	0m	0.4	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5	0.8	0.9	
	B-0.1m	0.4	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5	0.7	0.9

※風力階級：無風（鏡のような水面）、微風（とところどころさざ波）、弱風（さざ波）、やや強風（風波）、強風（白波）

表 3-2. 十三湖水質観測結果(2021年6月、7月)

観測月日	6月30日						7月16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	11:15	10:57	10:47	10:39	10:27	10:19	15:07	14:49	14:37	14:28	14:17	14:12	
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)	28.2	27.5	24.9	25.1	27.0	29.0	26.3	24.2	25.3	25.3	26.8	27.6	
風向(8方位)	北東	北東	東	東	北東	北東	北	北	北	北	北	北	
風速(m/s)	3.2	3.5	4.2	2.9	1.9	1.8	5.3	2.5	3.2	2.8	2.5	2.9	
水深(m)	0.4	0.5	1.9	0.9	1.0	0.4	0.6	0.6	1.7	0.8	1.1	0.5	
透明度(m)	水深以上	水深以上	1.1	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	0.8	水深以上	水深以上	水深以上	
水温(°C)	0m	22.6	24.0	21.9	22.1	22.2	21.7	30.3	30.6	28.4	27.7	26.8	28.3
	B-0.1m	22.4	22.2	19.4	21.6	21.7	22.0	30.3	30.4	25.0	27.5	26.3	28.5
DO(mg/l)	0m	8.7	8.6	10.6	10.3	9.2	8.2	12.0	11.5	14.0	13.1	12.0	12.1
	B-0.1m	9.5	9.7	5.8	8.7	8.4	7.8	12.1	11.1	6.1	8.8	5.7	11.6
DO(%)	0m	101.3	103.2	121.4	119.3	106.6	93.3	159.8	153.3	179.7	167.1	150.7	156.1
	B-0.1m	109.6	112.4	63.7	99.8	95.7	90.4	160.8	147.3	73.8	110.6	70.4	149.9
pH	0m	7.8	7.5	8.3	8.2	8.0	7.9	9.2	9.2	9.4	9.2	9.2	9.4
	B-0.1m	7.8	7.7	7.9	7.7	7.9	7.8	9.1	9.2	8.6	8.3	8.5	9.3
塩分	0m	22.9	3.6	8.8	10.0	8.5	17.4	11.1	2.8	8.1	10.6	11.1	9.5
	B-0.1m	23.8	11.6	30.0	13.6	18.5	17.4	11.0	2.8	30.1	13.8	18.8	9.8

表 3-3. 十三湖水質観測結果 (2021 年 8 月、9 月)

観測月日	8月16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	9:50	16:28	15:44	15:16	13:58	14:20	14:55	14:38	14:25	14:16	14:05	14:00	
天候	曇り	曇り	曇り	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	22.1	19.6	19.5	22.1	21.8	22.1	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	
風向(8方位)	東	東	東	東	東	東	東	東	東	東	東	東	
風速(m/s)	7.5	7.2	7.5	8.5	7.5	10.0	6.2	4.5	5.8	6.4	4.6	5.8	
水深(m)	0.3	0.3	1.6	0.5	0.7	0.2	0.6	0.6	1.9	0.9	1.2	0.5	
透明度(m)	水深以上	水深以上	0.5	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	0.9	水深以上	1.0	水深以上	
水温(°C)	0m	21.2	21.4	21.3	20.8	21.1	22.8	21.6	19.7	20.0	20.4	21.0	21.2
	B-0.1m	21.4	21.7	21.1	20.4	21.0	22.8	21.7	19.8	21.6	20.5	21.0	21.4
DO(mg/l)	0m	9.5	9.0	8.9	9.0	8.9	8.5	10.0	10.4	13.4	13.5	12.9	12.9
	B-0.1m	9.4	8.9	8.9	9.0	8.9	8.5	8.8	11.9	5.2	12.9	13.6	12.8
DO(%)	0m	106.8	100.2	99.3	100.1	99.3	98.2	113.3	114.4	153.7	150.3	145.0	145.7
	B-0.1m	104.9	99.2	99.2	100.0	99.2	97.6	100.0	130.9	59.2	143.9	153.2	145.7
pH	0m	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	8.0	8.6	9.2	8.9	8.8	8.7
	B-0.1m	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	8.0	8.8	8.0	8.9	8.8	8.7
塩分	0m	5.3	0.2	2.3	6.9	9.4	5.7	18.9	1.3	7.1	8.8	9.2	10.7
	B-0.1m	5.6	0.2	2.3	7.0	9.4	8.8	21.1	5.0	29.4	8.9	10.8	10.7

表 3-4. 十三湖水質観測結果 (2021 年 10 月、11 月)

観測月日	10月19日						11月16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	15:03	14:47	14:36	14:29	14:15	14:08	11:01	10:46	10:37	10:30	10:20	10:13	
天候	曇り	曇り	曇り	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	
気温(°C)	15.0	15.3	14.8	14.3	15.5	15.7	8.0	9.3	9.6	9.6	9.9	9.6	
風向(8方位)	北東	北東	北	北東	北東	北東	北	北	北	北	北	北	
風速(m/s)	2.2	2.3	2.3	2.9	2.8	2.5	5.0	6.0	8.4	8.3	2.5	3.0	
水深(m)	0.5	0.6	2.0	1.0	1.2	0.4	0.5	0.6	2.0	0.9	1.1	0.4	
透明度(m)	水深以上	水深以上	0.8	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	水深以上	0.7	水深以上	0.5	水深以上	
水温(°C)	0m	12.1	12.6	11.7	11.8	15.2	17.8	7.8	9.1	9.1	8.0	8.1	7.8
	B-0.1m	12.1	12.6	14.9	12.2	20.6	19.2	7.8	9.1	9.1	8.0	8.0	7.8
DO(mg/l)	0m	13.8	9.9	10.6	11.9	10.2	7.6	11.5	10.8	10.9	11.4	11.3	11.7
	B-0.1m	13.7	10.0	5.1	10.4	7.2	7.0	11.7	10.9	11.0	11.5	11.3	12.0
DO(%)	0m	129.7	93.4	98.3	110.7	105.5	7.6	97.1	94.1	94.4	97.0	96.0	99.0
	B-0.1m	129.5	94.3	57.9	97.6	97.0	105.6	98.3	94.9	95.4	97.6	96.2	101.2
pH	0m	8.8	7.8	8.1	8.6	8.4	8.1	7.7	7.7	7.7	7.9	8.0	8.0
	B-0.1m	8.8	7.8	7.8	8.4	8.1	8.1	7.7	7.8	8.1	8.0	8.1	8.2
塩分	0m	2.3	0.8	1.0	1.6	7.7	29.4	0.1	0.1	0.1	0.6	0.7	1.3
	B-0.1m	2.3	0.9	24.2	2.0	33.2	30.1	0.1	0.1	0.1	0.6	0.7	1.3

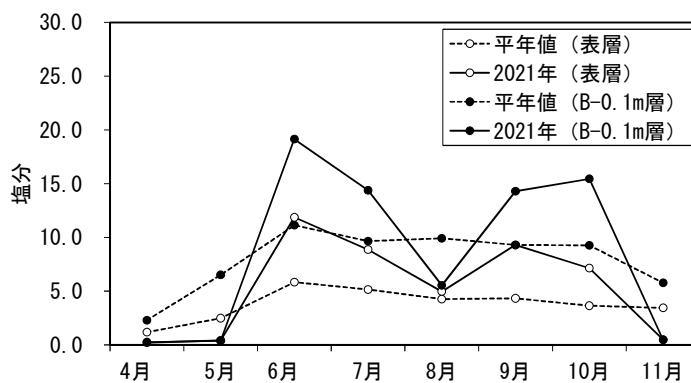
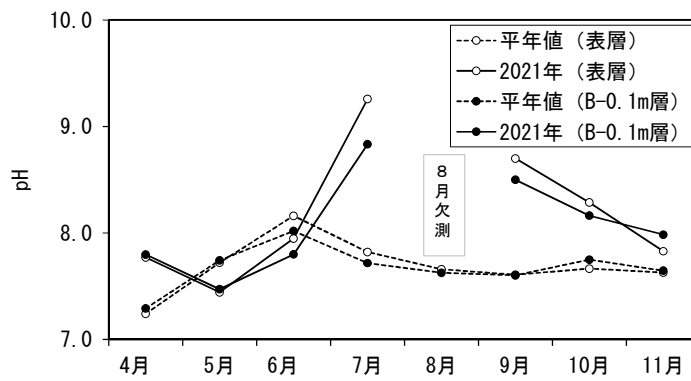
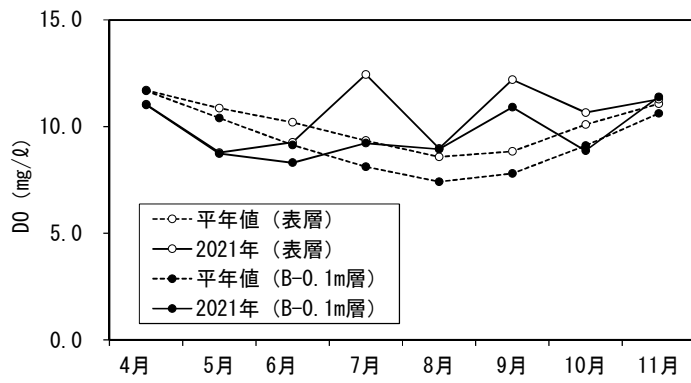
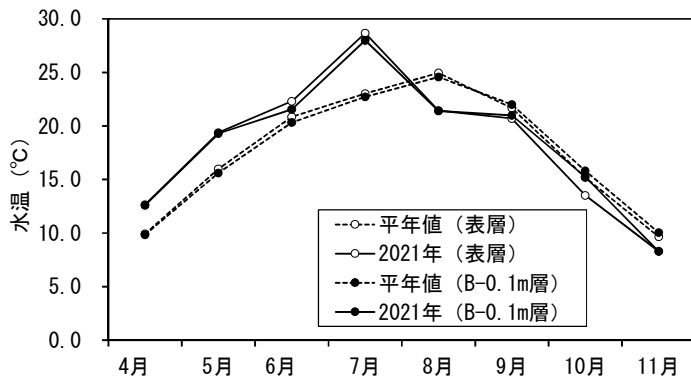


图 4. 十三湖水質觀測結果(全定点平均)

表 4-1. 十三湖底質分析結果 (2021 年 5 月)

調查地点	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
水深 (m)	0.5	0.4	1.8	0.8	1.3	0.6
含水率 (%)	30.6	23.0	40.8	19.3	19.9	22.4
乾泥率 (%)	69.4	77.0	59.2	80.7	80.1	77.6
強熱減量 (%)	3.0	1.8	4.8	1.3	1.3	1.4
礫・極粗粒砂	0.7	0.6	0.5	2.1	11.4	7.5
粗粒砂	5.4	6.5	0.7	0.0	21.3	15.4
中粒砂	46.9	57.9	6.0	58.4	29.4	43.0
細粒砂	43.6	31.8	44.6	21.1	35.2	30.6
微細粒砂	3.4	2.5	19.0	0.3	0.9	0.6
泥	0.0	0.7	29.2	18.1	1.8	2.9

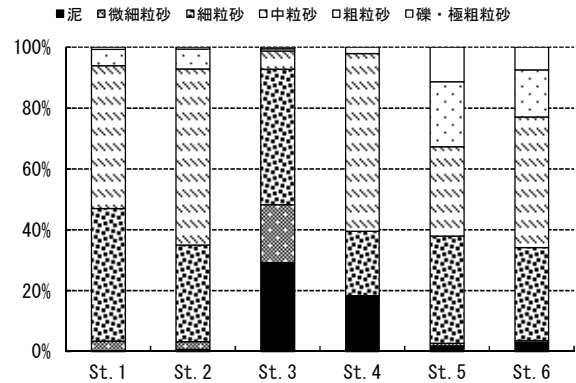


圖 5-1. 十三湖底質分析結果 (2021 年 5 月)

表 4-2. 十三湖底質分析結果 (2021 年 7 月)

調查地点	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
水深 (m)	0.6	0.6	1.7	0.8	1.1	0.5
含水率 (%)	36.4	21.4	41.9	18.8	19.5	17.6
乾泥率 (%)	63.6	78.6	58.1	81.2	80.5	82.4
強熱減量 (%)	6.2	2.5	10.9	2.1	2.1	2
礫・極粗粒砂	4.3	0.7	0.3	1.4	6.3	13.3
粗粒砂	9.4	5.3	0.7	11.7	14.7	16.5
中粒砂	16.9	51.9	4.6	52.2	35.4	34.4
細粒砂	33.7	36.2	31.5	30.7	38.8	32.9
微細粒砂	23.6	2.8	17.7	0.3	1.6	1.0
泥	12.1	3.1	45.2	3.7	3.2	1.9

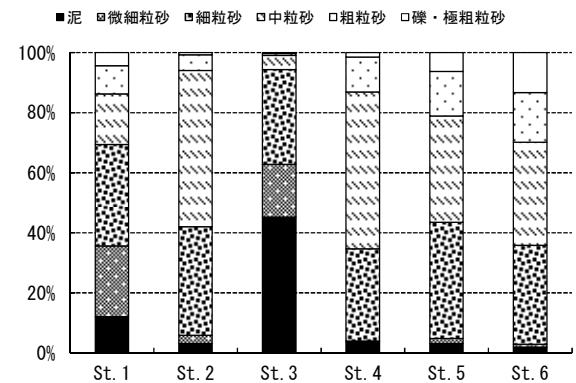


圖 5-2. 十三湖底質分析結果 (2021 年 7 月)

表 4-3. 十三湖底質分析結果 (2021 年 9 月)

調查地点	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
水深 (m)	0.6	0.6	1.9	0.9	1.2	0.5
含水率 (%)	32.6	25.7	41.9	19.5	20.5	18.4
乾泥率 (%)	67.4	74.3	58.1	80.5	79.5	81.6
強熱減量 (%)	4.2	2.5	5.6	1.9	2.1	1.7
礫・極粗粒砂	1.8	1.2	2.2	3.0	3.9	8.1
粗粒砂	11.9	4.1	0.3	18.3	13.6	17.0
中粒砂	41.9	47.0	4.0	57.3	31.9	43.0
細粒砂	32.8	39.6	33.4	16.7	42.2	28.6
微細粒砂	6.7	2.2	20.7	0.0	2.4	0.5
泥	4.9	5.9	39.4	4.7	6.0	2.8

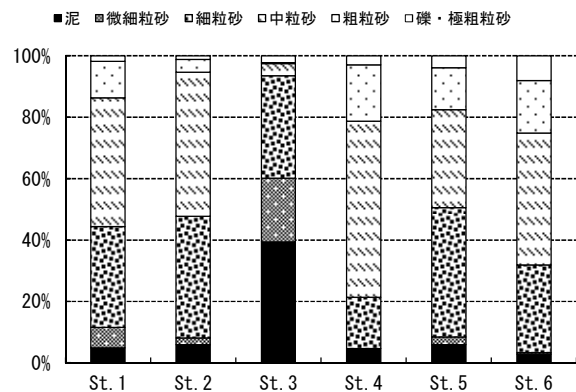


圖 5-3. 十三湖底質分析結果 (2021 年 9 月)

表 5-1. 小川原湖ペンスト分析結果 (2021年 5月)

調査月日	5月13日												
	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		
	3.0	3.0	3.9	3.7	3.7	3.7	3.7	3.9	3.9	3.4	3.4		
調査地点	エクマンバー2回分 (0.045m ²) 当たりの個体数と湿重量												
水深 (m)	合計												
ペンスト現存量	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)	
刺胞動物	ヒドロ虫綱	2	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.00
	ウズムシ綱	0	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	8	0.01	11	0.01
扁形動物	ウズムシ目	0	0.00	1	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.04
紐形動物	ヤマトシジミ	11	0.60	44	1.41	32	8.10	25	7.82	100	31.17	12	1.19
軟体動物	シジミ属	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	腹足綱	3	0.05	4	0.06	0	0.00	3	0.11	37	0.37	1	0.01
	多毛綱	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02	2	0.02
環形動物	スナウミナナフシ科	7	0.01	80	0.05	13	0.01	2	0.00	8	0.00	112	0.07
	甲殻綱	1	0.02	5	0.04	5	0.06	4	0.03	9	0.11	1	0.00
	その他の等脚目	7	0.01	0	0.00	1	0.01	3	0.02	1	0.00	12	0.04
	タナイス目	13	0.01	2	0.00	15	0.01	3	0.00	7	0.00	41	0.00
	アミ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
昆虫綱	ユスリカ科	557	0.46	68	0.10	3	0.00	1	0.00	2	0.00	631	0.56
	その他	4	0.01	1	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	6	0.01

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 5-2. 小川原湖ペンスト分析結果 (2021年 7月)

調査月日	7月12日												
	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		
	4.8	4.4	4.4	4.6	4.9	4.6	4.8	4.8	4.8	3.5	3.5		
調査地点	エクマンバー2回分 (0.045m ²) 当たりの個体数と湿重量												
水深 (m)	合計												
ペンスト現存量	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)	
刺胞動物	ヒドロ虫綱	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	ウズムシ綱	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
扁形動物	ウズムシ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
軟体動物	ヤマトシジミ	21	10.13	74	17.73	60	47.63	119	64.18	112	52.42	67	44.64
	シジミ属	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	腹足綱	1	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00	2	0.01
	多毛綱	1	0.01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	0.02
環形動物	スナウミナナフシ科	14	0.00	13	0.00	5	0.00	0	0.00	0	0.00	10	0.01
	甲殻綱	4	0.06	2	0.03	8	0.07	7	0.06	1	0.00	7	0.07
	その他の等脚目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.02	1	0.00	5	0.05
	タナイス目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	アミ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
昆虫綱	ユスリカ科	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.02
	その他	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.06	0	0.00	2	0.06

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 5-3. 小川原湖ペンスト分析結果 (2021年 9月)

調査月日	9月15日												
	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		
	3.9	4.4	4.4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0		
調査地点	エクマンバー2回分 (0.045m ²) 当たりの個体数と湿重量												
水深 (m)	合計												
ペンスト現存量	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)	
刺胞動物	ヒドロ虫綱	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	ウズムシ綱	0	0.00	2	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.00	4	0.00
紐形動物	ヤマトシジミ	22	4.43	38	16.17	50	65.28	44	22.04	5	3.75	42	28.02
	シジミ属	4	0.26	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.26
	腹足綱	7	0.17	17	0.34	86	1.57	49	0.64	51	0.58	0	0.00
	多毛綱	5	0.02	0	0.00	0	0.00	17	0.02	2	0.01	1	0.00
環形動物	スナウミナナフシ科	11	0.01	17	0.01	31	0.01	5	0.00	0	0.00	12	0.01
	甲殻綱	6	0.00	5	0.03	4	0.03	3	0.02	1	0.01	4	0.04
	その他の等脚目	0	0.00	0	0.00	2	0.00	0	0.00	5	0.03	7	0.03
	タナイス目	1	0.00	0	0.00	45	0.02	3	0.00	0	0.00	3	0.00
	アミ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	52	0.02
昆虫綱	ユスリカ科	6	0.00	30	0.03	3	0.00	0	0.00	0	0.00	15	0.00
	その他	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 6-1. 十三湖ベントス分析結果 (2021 年 5 月)

	5月20日						エグマンバー2回分	
	St. 1 0.5	St. 2 0.4	St. 3 1.8	St. 4 0.8	St. 5 1.3	St. 6 0.6	合計	平均
調査月日								
調査地点								
水深 (m)								
ベントス現存量								
ウズムシ綱	0	0	0	0	0	0	0	0
ウズムシ目	0	0	0	0	0	0	0	0
二枚貝綱	219	56.840	38	37.490	8	2.760	212	38.050
ヤマトシジミ	-	-	-	-	8	12.680	33	48.790
腕足綱	0	0	0	0	0	0	0	0
環形動物	0	0	0	0	0	0	0	0
多毛綱	0	0	0	0	0	0	0	0
貧毛綱	0	0	0	0	0	0	0	0
甲殻綱	0	0	0	0	0	0	0	0
ウミナナフシ類	0	0	0	0	0	0	0	0
その他の等脚目	0	0	0	0	0	0	0	0
端脚目	0	0	0	0	0	0	0	0
タナイス目	0	0	0	0	0	0	0	0
アミ目	0	0	0	0	0	0	0	0
十脚目	0	0	0	0	0	0	0	0
ユスリカ科	2	0.001	0	0.000	2	0.001	0	0.000
その他	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
昆虫綱	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
合計	219	56.840	38	37.490	8	12.680	212	38.050
平均	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 6-2. 十三湖ベントス分析結果 (2021 年 7 月)

	7月16日						エグマンバー2回分	
	St. 1 0.6	St. 2 0.6	St. 3 1.7	St. 4 0.8	St. 5 1.1	St. 6 0.5	合計	平均
調査月日								
調査地点								
水深 (m)								
ベントス現存量								
ウズムシ綱	0	0	0	0	0	0	0	0
ウズムシ目	0	0	0	0	0	0	0	0
二枚貝綱	236	49.800	155	72.780	11	3.470	136	37.710
腕足綱	0	0	0	0	0	0	0	0
環形動物	3	0.002	1	0.001	11	0.060	2	0.003
多毛綱	0	0	0	0	0	0	0	0
貧毛綱	3	0.010	12	0.124	1	0.024	2	0.024
甲殻綱	7	0.090	0	0.000	0	0.000	2	0.022
ウミナナフシ類	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
その他の等脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.007
端脚目	1	0.001	1	0.001	0	0.000	1	0.001
タナイス目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
アミ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
十脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
ユスリカ科	55	0.014	0	0.000	2	0.001	0	0.000
その他	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
昆虫綱	55	0.014	0	0.000	2	0.001	0	0.000
合計	236	49.800	155	72.780	11	3.470	136	37.710
平均	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 6-3. 十三湖ベントス分析結果 (2021 年 9 月)

	9月17日						エグマンバー2回分	
	St. 1 0.6	St. 2 0.6	St. 3 1.9	St. 4 0.9	St. 5 1.2	St. 6 0.5	合計	平均
調査月日								
調査地点								
水深 (m)								
ベントス現存量								
ウズムシ綱	0	0	0	0	0	0	0	0
ウズムシ目	0	0	0	0	0	0	0	0
二枚貝綱	306	34.420	226	132.050	1	0.030	116	58.800
ヤマトシジミ	-	-	-	-	1	0.030	12	15.420
腕足綱	0	0	0	0	0	0	0	0
環形動物	3	0.001	1	0.001	14	0.019	12	0.025
多毛綱	1	0.001	41	0.147	3	0.004	1	0.001
貧毛綱	4	0.013	0	0.000	1	0.002	7	0.021
甲殻綱	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
ウミナナフシ類	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
その他の等脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
端脚目	1	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000
タナイス目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
アミ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
十脚目	2	0.015	0	0.000	2	0.002	0	0.002
ユスリカ科	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
その他	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
昆虫綱	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
合計	306	34.420	226	132.050	1	0.030	116	58.800
平均	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

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

2021 年 4 月～2022 年 1 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

基本的に月 1 回、増殖が確認された場合は各月 1 回～2 回追加した。追加調査は 0m のみとした。

(5) 調査内容

各定点において、表層はボトルで水面下 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 -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、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 糸状体の本数として定量した。濾過湖水量等から湖水 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。

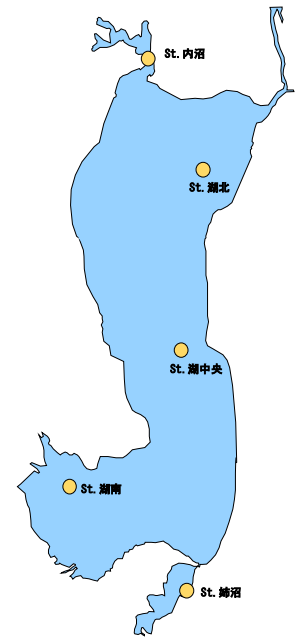


図 1. 調査定点図

結果と考察

2021 年 4 月～2022 年 1 月に計 14 回のモニタリングを実施した。

いずれの定点においても 2020 年のような大規模な出現は無かったが、小規模な出現は確認された。小川原湖では 6 月まで湖平均 5 本/mL 以下で推移したが、7 月以降、増加傾向を示し、11 月上旬に湖平均 (0m

層) 199 本/mL に達した。その後減少に転じ、12 月下旬には湖平均 3 本/mL であった。

姉沼では 9 月に 30 本/mL~38 本/mL 出現したが、その他の月ではほとんど出現しなかった。内沼は小川原湖から遅れて増加する傾向を示し、最大は 12 月上旬の 30 本/mL であった。

国土交通省による湖中央部の 2-MIB モニタリング(水文水質データベース、<http://www1.river.go.jp/>)によると、最大濃度は 2021 年 10 月中旬の 55 ng/L であった。着臭による漁業被害は生じなかった。

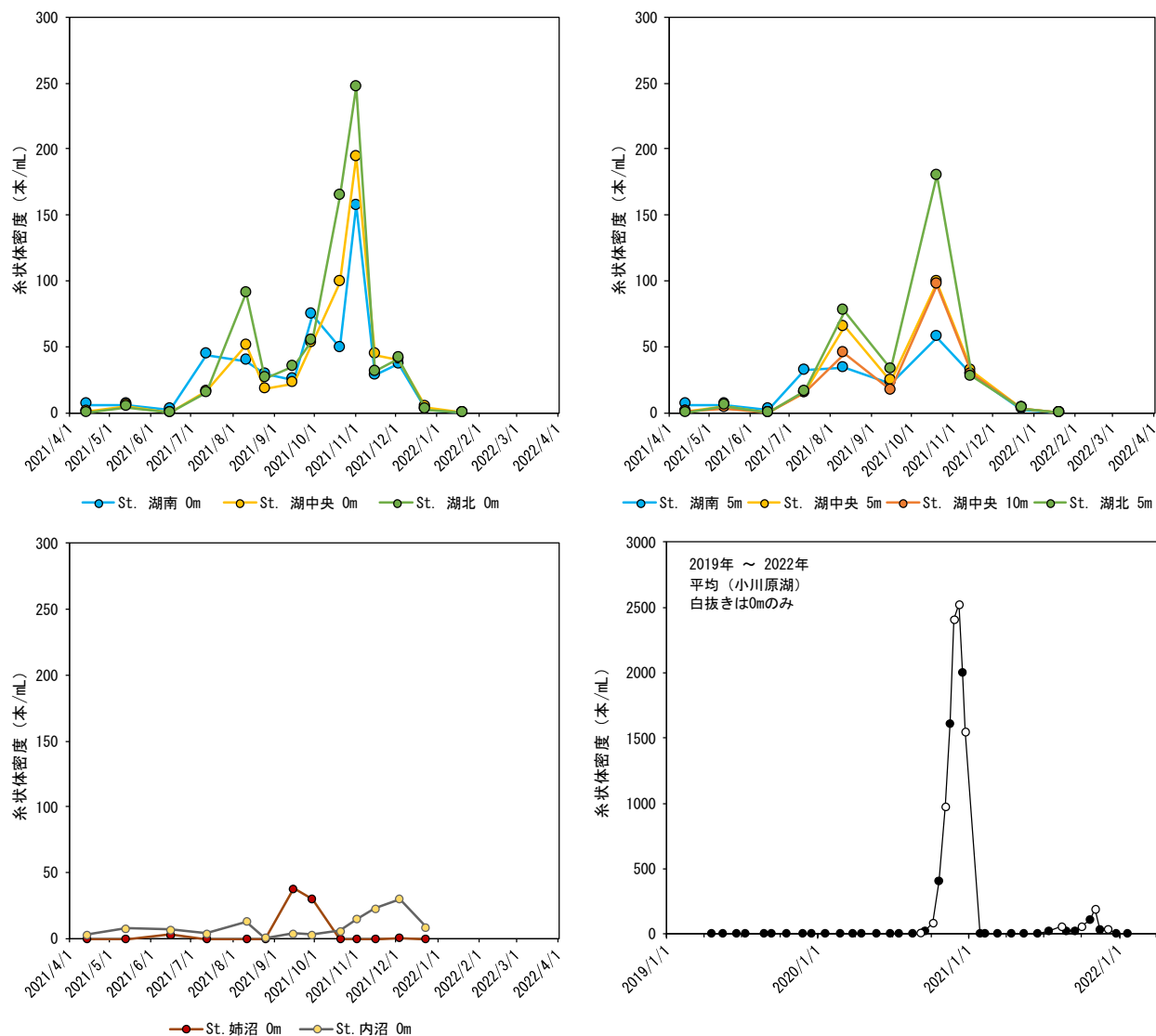


図 1. 2-MIB 産生シアノバクテリア糸状体密度 (*Pseudanabaena* sp. AIF1-4 株換算)

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.

着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究 — 湖沼環境調査への応用 —

静一徳・三浦創史¹・村井博¹・榊昌文・高橋進吾²

目 的

農林分野と比較して水産分野におけるドローンの利用例は少ない。その理由の一つとしてドローンの防水性の低さが挙げられる。近年開発された着水型ドローンは高い防水性を有し、フロートにより水面に浮くことが可能であり、水産分野における有用性が見込まれる。

水産分野で着水型ドローンの活躍が期待できる場面として湖沼調査が挙げられる。湖沼における通常の水質調査では湖沼を船舶で移動するため準備や移動に時間を要するが、着水型ドローンの利用により効率化できる可能性がある。そこで着水型ドローンを用いて、新たに開発する吊り下げ装置と採水器により水質観測と採水が可能か検証した。

材料と方法

1. 吊り下げ装置及び採水器の開発（八戸工業研究所）

着水型ドローンに実装可能な吊り下げ装置と採水器を新たに開発した¹⁾。

採水器については既存の採水器は重量が重く、本研究で使用する着水型ドローン（プロドローン社製 PD4-AW-AQ）のペイロード（最大積載量）を超えてしまうため、軽量かつ、水交換が良い設計とした（図 1）。



図 1. 新採水器

2. 湖沼調査への活用検討

吊り下げ装置の正常動作確認のため、2021 年 11 月に内沼にて、吊り下げ装置を実装した着水型ドローンを用いて着水調査（水深 5m、3 地点、Pt. 3, 18, 28）を行い、自記式水温塩分計（JFE アドバンテック社製、COMPACT-CT）を垂下して水温、塩分の鉛直観測を行った（図 2）。

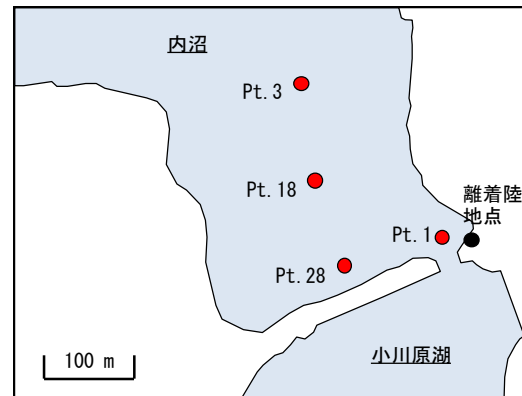


図 2. 調査地点

新採水器の採水性能検証のため、新採水器で採水した湖水について、植物プランクトンのサイズ組成と栄養塩濃度を、通常の方法で採水した湖水と比較した。植物プランクトンのサイズ組成については 2021 年 11 月に内沼にて、10L バケツに溜めた湖水をビーカーと新採水器により採水し、植物プラン

クトンのサイズ組成を比較した。サイズ測定は位相差顕微鏡（Olympus 社製、BX53）と画像解析ソフト（Olympus 社製、cellSens）により 4 回繰り返しで実施した。栄養塩濃度については、2021 年 12 月に内沼の 1 地点（Pt. 1）にて、吊り下げ装置に吊り下げた新採水器により、表層水と 5m 層水を採水した（図 2）。また通常の方法として表層水を 1L 広口瓶により直接採水、5m 層水をバンドーン採水器にて採水し、栄養塩濃度（全窒素、全リン、溶存性全窒素）に有意な差があるか t 検定を行った。栄養塩濃度の分析はポータブル吸光光度計（HACH 社製、DR900）により 3 回繰り返しで実施した。

¹ 地方独立行政法人青森県産業技術センター八戸工業研究所

² 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

結果と考察

1. 吊り下げ装置

離着陸地点から調査ポイントまで飛行後、着水し、吊り下げ装置により自記式水温塩分計を1m間隔で垂下し、各水深で1分停止し観測した。その結果、水深3m以深で塩分が高い傾向が確認され、内沼と比較して塩分の高い小川原湖水が塩水くさびとして内沼に流入している状況が観測された(図3)。これは調査地点における観測結果として妥当であり、吊り下げ装置は良好に作動したと考えられた。

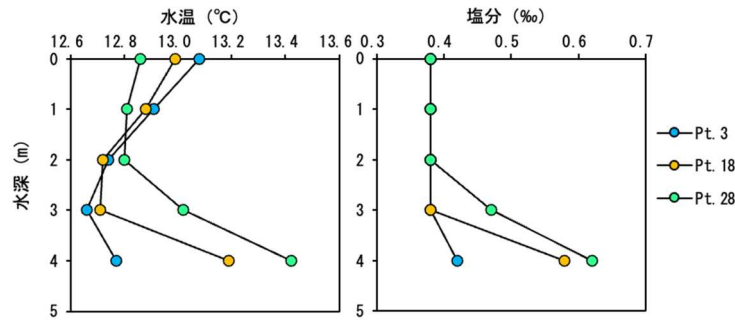


図3. 吊り下げ装置を利用した鉛直観測結果

2. 新採水器

ビーカーと新採水器により採水した湖水サンプルについて、植物プランクトンを形状別(細長形、群体(球形細胞))にサイズ比較したところ、サイズ組成に大きな偏りはないことが確認された(図4)。また栄養塩濃度に関しては、表層の全窒素で有意差が確認されたものの、その他では有意差が確認されず、栄養塩濃度に関しても既存の採水方法と比較して大きな差は無いと考えられた(図5)。

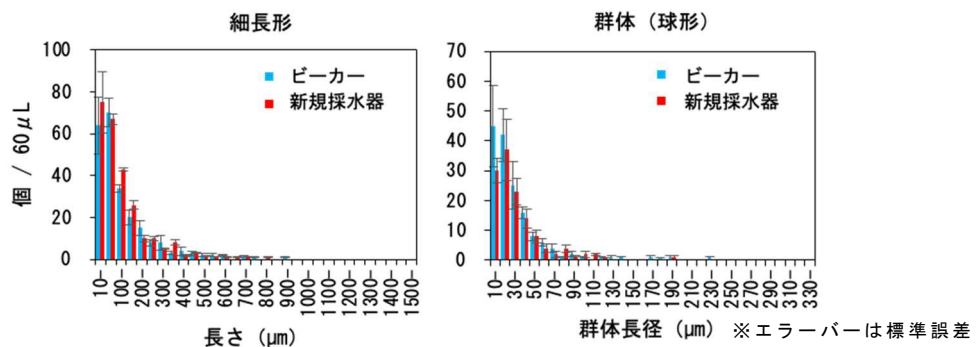


図4. 採水方法別の植物プランクトンサイズ

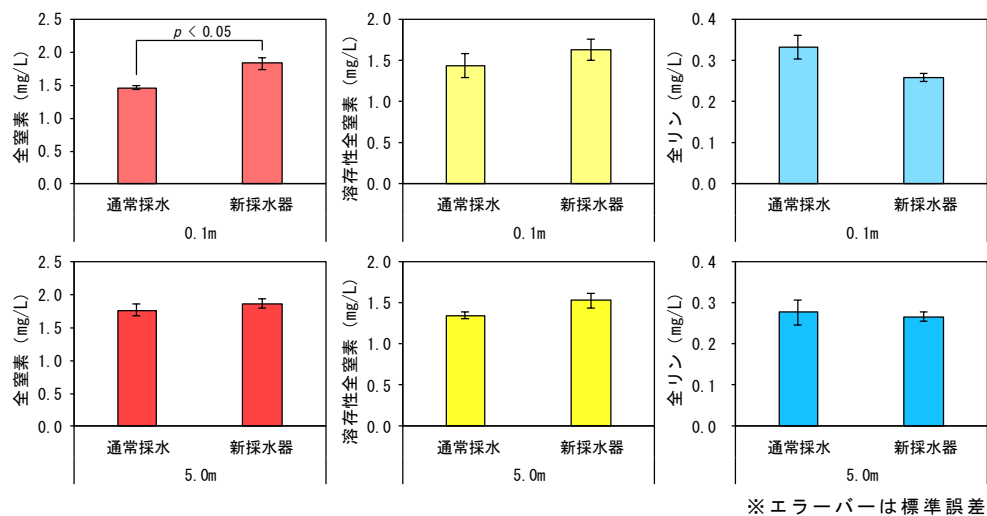


図5. 採水方法別の栄養塩濃度

謝 辞

(株)プロドローン(製造企業)、キヤノンプレジジョン(株)(販売企業)には、ドローン機体の操縦指導、機体調整や不具合の相談・改善等について適宜ご協力いただいた。また(株)興和には現場調査にあたり多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

文 献

- 1) 三浦創史・村井博・高橋進吾・静一徳・榊昌文(2023)着水型ドローンを用いた水産分野での応用研究－吊り下げ装置で運用可能な新規採水装置の開発－. 令和3年度版地方独立行政法人青森県産業技術センター工業部門事業報告書, p63.

内水面研究所の沿革と組織

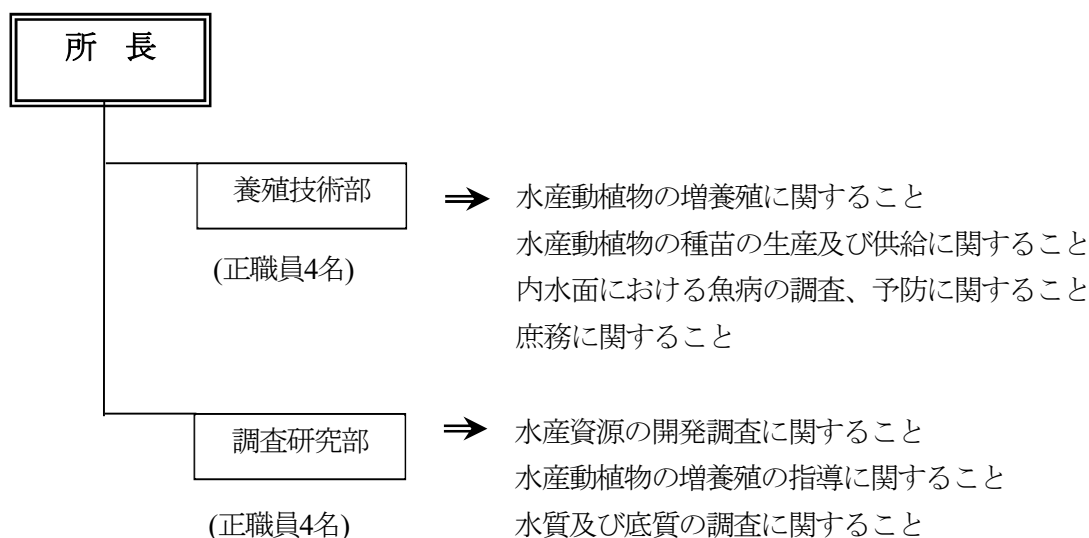
(1) 位 置

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 (2021 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、ウィルス検査室、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 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

2021 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 2023 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

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