

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

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

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

目 次

生 産 管 理 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）	12
5 売れる「新サーモン」利用促進事業	19

調 査 研 究 部

1 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）	23
（浮きカゴ式中間育成方法の検討）	28
（浮きカゴ式とかけ流し式中間育成方法の比較）	31
2 さけ・ます資源増大対策調査事業（サケ）	33
3 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）	45
（サクラマス幼魚回遊生態調査）	47
（サクラマス増殖実態調査）	48
4 サクラマス資源評価調査	51
5 資源管理基礎調査事業（ヤマトシジミ）	54
6 カワウによる内水面資源の捕食実態の把握	56
7 漁業公害調査指導事業	60
8 小川原湖における糸状藍藻類の発生メカニズムの解明と対策の検討事業	74
9 河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業	76

庶 務 担 当

1 内水面研究所の沿革と組織	89
----------------	----

養殖衛生管理体制整備事業

前田 穰、成田 留衣¹、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）

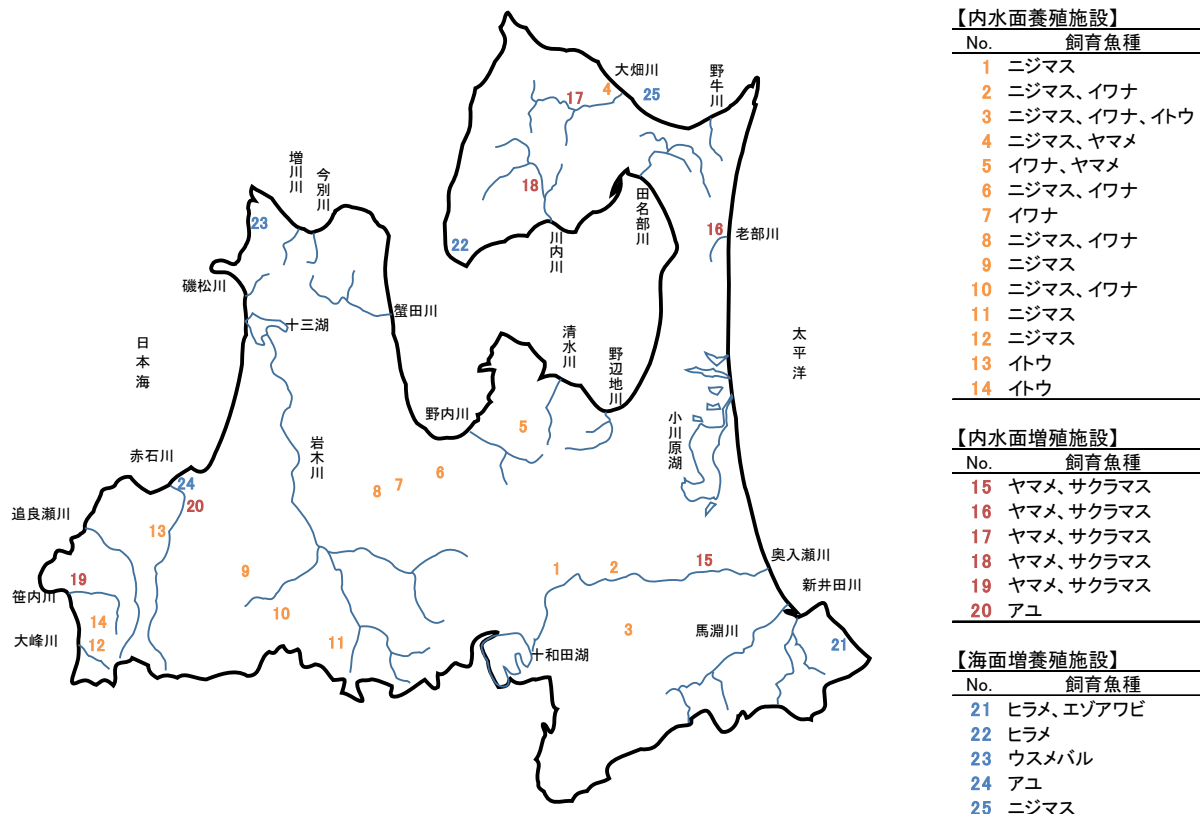


図 1. 主な県内養殖生産施設と主な飼育魚種

1 青森県西北地域県民局地域農林水産部鱈ヶ沢水産事務所

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
2019(H31)年 3月1日	農林水産省 (東京都)	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)水産防疫対策の実施状況等 (2)水産薬事関係の動き (3)平成30年度水産防疫対策委託事業の概要 (4)平成31年度予算の概要 (5)その他	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
2018(H30)年 11月15～16日	青森県 青森市	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)水産資源保護協会等(18名)	(1)講演 「ヒラメ親魚のアクアレオウイルス感染履歴の把握について」 「水産用ワクチンの現状について」 「魚類防疫について」 (2)魚病研究・症例報告 ・サケふ化場における吸水前消毒の取り組み ・コイヘルペス病の集団発生 (3)各道県の魚病発生事例 (4)総合討論	青森県 産業技術センター 内水面研究所

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
2018(H30)年 10月30日	富山県 滑川市	青森県、山形県、富山県、石川県、新潟県、農林水産省消費・安全局、(国研)増養研魚病センター(12名)	(1)講演 「マイナー病の疾病について」 (2)各道県の魚病発生事例 (3)総合討論	新潟県 内水面水産試験場

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
2019(H31)年 3月8日	青森県 青森市	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、養鰯業者	(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 (4)その他	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2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）

2017年の診断件数は、内水面では8件で、4魚種から3種類の疾病が確認された。

また、海面では3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5尾を検査した結果、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、成田 留衣¹、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

11 件診断し、5 魚種から 4 種類の疾病が確認された（表 1、表 2）

表 1. 魚種別疾病別診断件数

(2018(H30)年1月～12月)

疾 病 名	魚 種 名					合 計
	ニジマス	ヤマメ	イトウ	コイ	ヒラメ	
IHN	2					2
BKD		2				2
冷水病			1			1
アクアレオウイルス					2	2
不明		2		1	1	4
計	2	4	1	1	3	11

表 2. 魚種別月別診断件数

(2018(H30)年1月～12月)

魚 種 名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合 計
ニジマス				1	1								2
ヤマメ		1			1		1	1					4
イトウ								1					1
コイ	1												1
ヒラメ					1		1		1				3
計	1	1	0	1	3	0	2	2	1	0	0	0	11

1 青森県西北地域県民局地域農林水産部鰯ヶ沢水産事務所

2. 防疫・養殖衛生管理・飼育に関する指導

県内 25 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(本科基礎コース)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。

十和田湖資源生態調査事業

前田 穰・沢目 司・佐藤 晋一

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. 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。

3. 集荷場調査

2018年5月から10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鰭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⁺と標記した。

4. 胃内容物調査

2018年5月から10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月から6月に月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。

5. 親魚調査

2018年10月4日にヒメマスの種苗生産用親魚雌79尾、雄74尾の魚体測定を行った。なお、標識は、採卵に供した雌441尾、雄360尾の全個体について確認した。年齢は満年齢で標記した。

6. 放流種苗調査

2018年3月16日及び6月13日にヒメマスの放流種苗の魚体測定を行った。

結 果

1. 水温観測

十和田湖ふ化場前沖での表面水温は、6月上旬と7月下旬にやや高めだったものの、6月下旬から7月中旬や8月中旬にかなり低めとなった。その後11月中旬はかなり高めとなったが、11月下旬以降は機器不良により欠測となった(図1)。

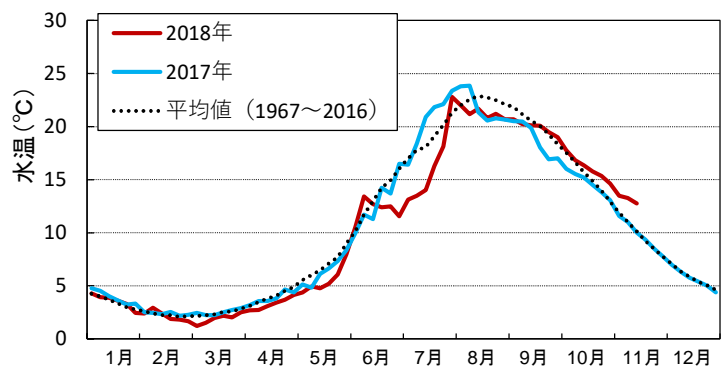


図1. 表面水温の推移(十和田湖ふ化場前)

2. 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、取扱量を1.1倍に換算し漁獲量とした¹⁾。

2018年のヒメマス漁獲量は12.0トン(対前年比69.5%)で、2年続けて前年を下回った。これを過去10年平均値と比較すると85.6%となった(図2)。また、ワカサギは63.2トン(対前年比399%)となった。60トンを上回ったのは1991(平成3)年(142トン)以来となった。

ヒメマス漁獲量の月別変化をみると前半は1トン未満から2トン台と低調に推移し、9月以降は過去5年平均並みで推移した(図3)。また、ワカサギの月別漁獲量は5月から6月にきわめて多く、7月にも漁獲がみられた(図4)。

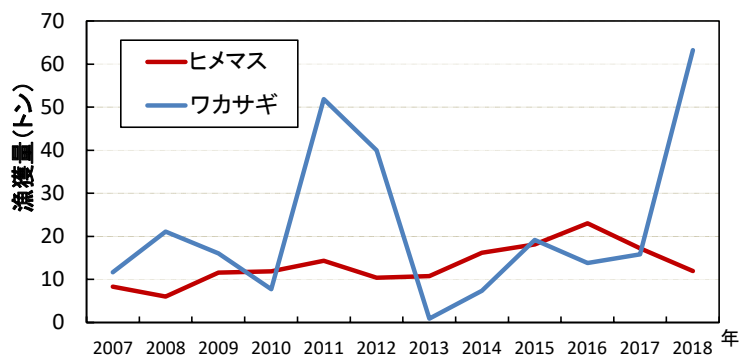


図2. ヒメマスとワカサギ漁獲量の経年変化

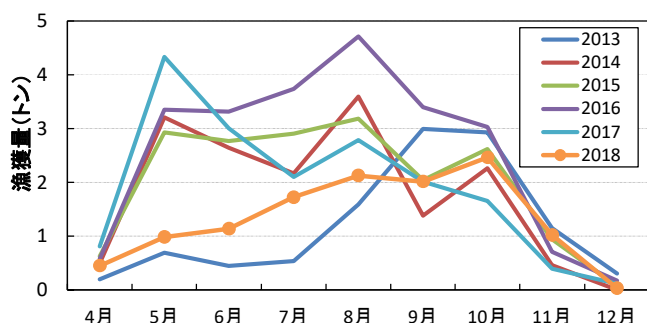


図3. ヒメマス漁獲量の月別変化

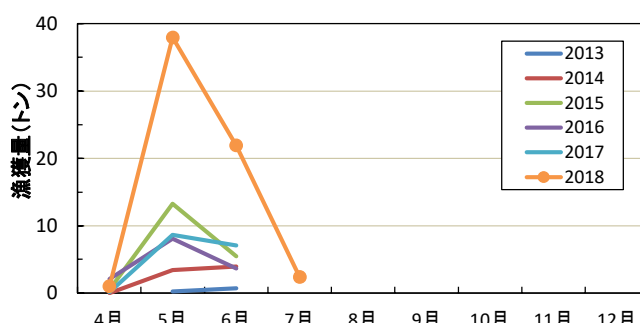


図4. ワカサギ漁獲量の月別変化

3. 集荷場調査

(1) 魚体測定

5月から10月で合計328尾のヒメマスを測定した。漁獲されたヒメマスの平均被鱗体長は239mm(最小205mm～最大362mm)、平均内臓除去重量150.1g(最小95.4g～最大600.8g)で、前年に比べて大きい傾向にあった(表1)。

被鱗体長のモードは5月から

6月は23cm台、7月は24cm台と28cm台、8月は25cm台、9月から10月は22cm台にあり、全体を通しては22cm台にあった(図5)。

なお、体重が90g以上なのは、集荷場での取り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。

(2) 年齢組成

漁獲されたヒメマスの年齢組成は2⁺魚(出現割合53%)が主体で、1⁺魚が21%、3⁺魚が21%

表1. 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
5月	30	233	214	267	143.3	106.2	254.3
6月	50	253	216	362	178.2	102.2	600.8
7月	63	259	217	307	188.0	105.1	302.0
8月	61	253	218	286	176.0	99.8	295.4
9月	62	225	205	277	120.8	95.4	209.9
10月	62	230	205	285	133.8	96.1	243.5
計	328						
2018年全体の平均		239			150.1		
2017年全体の平均		229			136.0		

※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

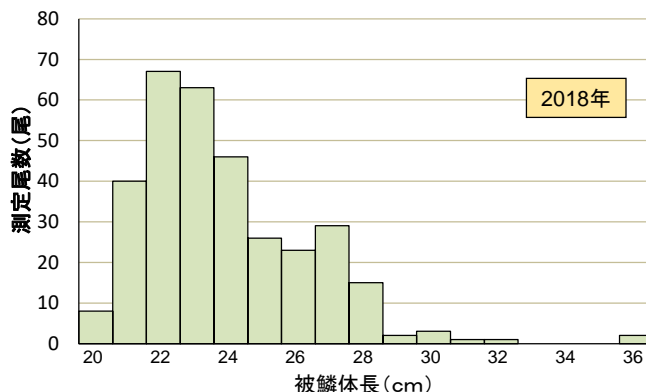


図5. 集荷場ヒメマスの被鱗体長別組成(5月～10月)

であった。前年に比べると1⁺魚の割合が23ポイント上昇し、2⁺魚の割合が12ポイント、3⁺魚の割合が11ポイントそれぞれ低下した(図6)。

月別変化をみると、6月と7月以外は2⁺魚の出現割合が高く、3⁺魚は6月から7月に出現割合が高かった。また、1⁺魚は9月から10月に比較的高い出現割合を示した。平均体重は6月から8月に170g以上だったが、9月から10月は120～130g台で、比較的小型となった(図7)。漁期全体の平均体重は前年に比べ14g増加した(表1)。

(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3.7%(328尾のうち12尾)であった(表2)。

月別に最も標識魚の出現割合が高かったのは7月の7.9%であった。また、標識部位別には「脂+左腹鰭」と「脂+右腹鰭」が多く、前者は3⁺魚、後者は2⁺魚と判定された。

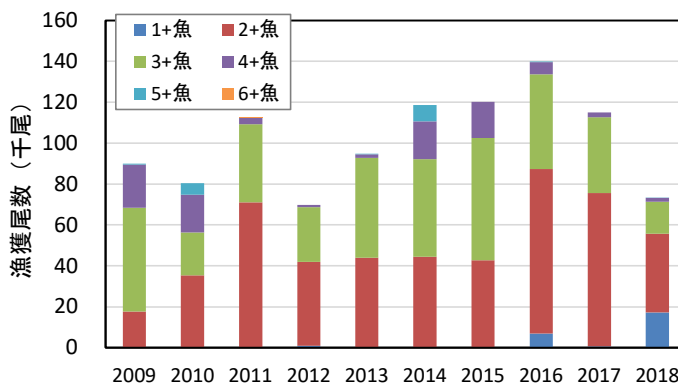


図6. ヒメマス年齢組成の経年変化

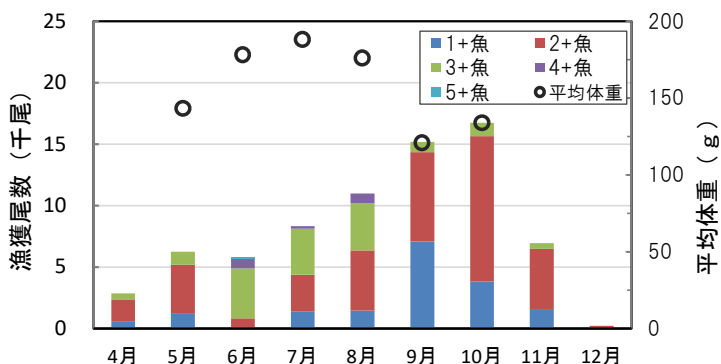


図7. ヒメマス年齢組成の月別変化

表2. 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+左腹鰭	脂+右腹鰭	脂鰭		
2018/5/22				30	0.0
2018/6/13	1			50	2.0
2018/7/30	2	1	2	63	7.9
2018/8/23	1			61	1.6
2018/9/27		2		62	3.2
2018/10/23	1	2		62	4.8
計	5	5	2	328	3.7

4. 胃内容物調査

(1) ヒメマス

5月から10月で合計142尾を測定し、そのすべて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147mm～293mm、体重は

表3. 胃内容物調査でのヒメマス測定結果

調査月	測定尾数	被鱗体長(mm)			体重(g)			胃内容物サンプル数
		平均	最小	最大	平均	最小	最大	
5月	17	218	147	257	142.5	36.1	213.4	17
6月	21	220	180	249	149.1	78.1	203.7	21
7月	21	238	190	278	196.5	82.2	319.3	21
8月	23	231	159	293	181.8	47.5	392.7	23
9月	30	205	186	248	121.4	83.5	214.9	30
10月	30	201	188	220	110.6	94.6	143.1	30
計	142		147	293		36.1	392.7	142

36.1g～392.7gで、前年に比べてやや大きい傾向にあった。月ごとの平均体重でみると、7月が196.5gで最も大きく、10月が110.6gで最も小さかった(表3)。また、ヒメマスの生殖腺指数は雌雄ともに7月が最も高く、10月が最も低かった(図8)。

(2) ワカサギ

5月から6月で合計60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。

表4. 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)			胃内容物サンプル数
		平均	最小	最大	平均	最小	最大	
5月	30	86	71	99	6.3	3.4	11.9	30
6月	30	82	66	95	4.4	2.7	5.9	30
計	60	84			5.4			60

測定結果は表4のとおり。また、ワカサギの生殖腺指数は雌雄ともに5月に高かった(図9)。

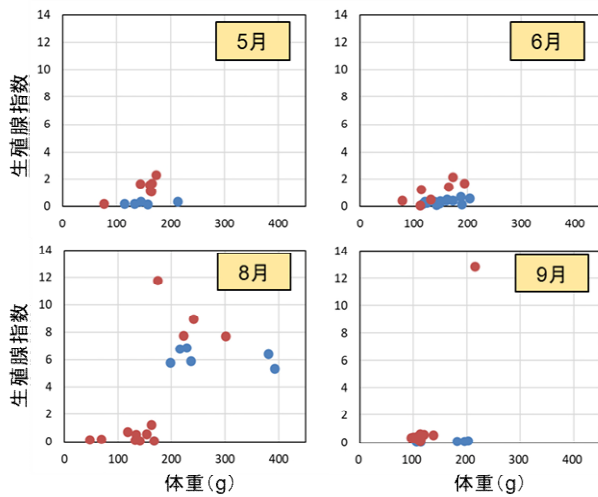


図 8. ヒメマス生殖腺指数の推移 (赤丸：雌 青丸：雄)

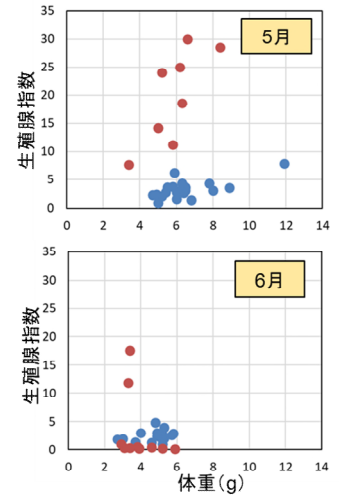


図 9. ワカサギ生殖腺指数の推移

(赤丸：雌 青丸：雄)

5. 親魚調査

ヒメマスの親魚採捕は 9 月 10 日から 10 月 28 日まで行われ、雌 7,702 尾、雄 8,758 尾の計 16,460 尾が採捕された(図 10)。

採卵は 9 月 22 日から 10 月 7 日の期間に計 6 回行い、採卵に用いたヒメマス親魚は、雌 2,317 尾、雄 2,165 尾の計 4,482 尾で前年(5,001 尾)を下回ったものの、採卵数は 1,080 千粒でおおむね前年(1,131 千粒)並みとなった。これは、採卵した雌の平均体重が 296g と前年(251g)よりかなり大きく(図 10)、1 尾当たりの採卵数が多かったことによる。

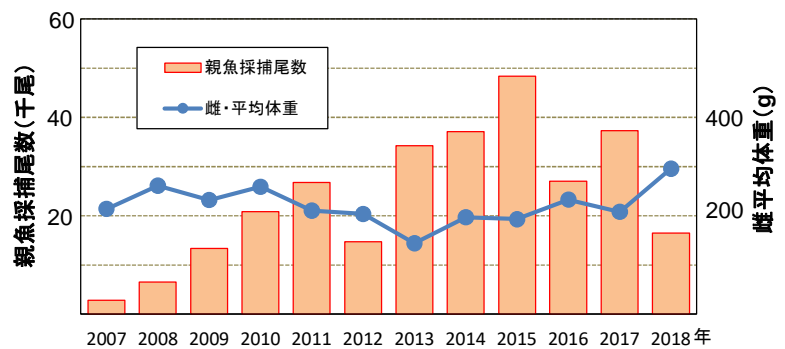


図 10. 親魚採捕数と雌平均体重の経年変化

雌は平均被鱗体長 273 mm

(最小 242 mm～最大 352 mm)、

平均体重 295.6g(最小 208.4

g～最大 602.3g)、雄は 274

mm(最小 228 mm～最大 358

mm)、平均体重 288.6g(最小

160.9g～最大 623.2g)で、標識魚の混入率は雌 5.4%(441 尾のうち 24 尾)、雄 4.7%(360 尾のうち 17 尾)であった(表 5、図 11)。

表 6. 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	標識部位	雌	雄
3歳魚	脂+右腹		1尾
4歳魚	脂+左腹	21尾	10尾
5歳魚	脂	3尾	4尾
6歳魚	脂+右腹		2尾
計		24尾	17尾

表 5. 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	79	273	242	352	295.6	208.4	602.3	24	5.4
雄	74	274	228	358	288.6	160.9	623.2	17	4.7

※標識魚の確認尾数は雌441尾、雄360尾

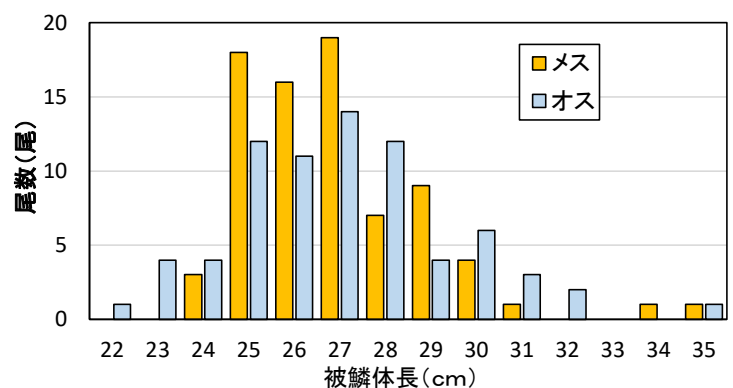


図 11. 親魚の体長組成

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、雌雄ともに4歳魚が主体で、次いで5歳魚がみられた(表6)。前年は雌4～5歳、雄3～4歳魚の出現が多かったことから、今年の雌は前年と同一の年級群が多く、雄は比較的若齢魚の出現が多かったものと思われた。

6. 放流種苗調査

ヒメマス稚魚は、2018年3月18日に25万尾(平均体重0.51g)、5月11日に15万尾(平均体重1.57g)、6月15日に30万尾(平均体重4.10g)の計70万尾が放流された。そのうち、最も大型群の一部(28,240尾)に脂鰭+左腹鰭カットの標識が施された。標識率は4.0%であった(表7)。

近年の標識放流の概要は表8のとおり。

表7. ヒメマス稚魚の放流状況(2018年春)

	放流月日	放流尾数	標識尾数	標識	標識部位	平均被鱗体長	平均体重
	平成30年	(尾)	(尾)	有無		(cm)	(g)
1	3月18日	250,000				4.10	0.51
2	5月11日	150,000				-	1.57
3	6月15日	300,000	28,240	○	脂+左腹	7.10	4.10
	計	700,000	28,240				

表8. 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

※平均体長、平均体重は全放流回数(3～4回)の平均値

考 察

ヒメマスの生殖腺指数は雌雄ともに7月最大、10月に最小となった。9月には生殖腺指数の高い雌個体は1個体のみであったことから、9月には産卵に加入する個体は漁場から移動したか、天然水域での産卵盛期を過ぎたものと考えられた。

ヒメマスの胃内容物調査から、150g未満の小型個体では春～初夏(5～6月)はヨコエビ類、夏～秋(7～10月)はハリナガミジンコが重要な餌となっていた。150g以上の大型個体では小型個体と同様に春～夏(5～8月)はヨコエビ類、夏(7～8月)はハリナガミジンコが重要な餌だが、夏季にはハリナガミジンコ他ヨコエビ類の重要度が高かった³⁾。

これに対し、前年は5月から6月は陸生昆虫と魚類(主にワカサギ)、比較的大型個体が漁獲された7月はヨコエビ類、8月から10月はハリナガミジンコが重要な餌となっていた。本年のヒメマス胃内容物の特徴としては春から初夏にかけてヨコエビ類が多くみられたことと、2000年以降では今年8月に特徴的に大量発生したハリナガミジンコが9月以降ヒメマスの胃内容物としても多くみられたことであり、本年のヒメマスの平均体重が大きかった原因と考えられた。

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は前年より大きい結果となった。集荷場調査及び胃内容物調査の結果から年齢ごとの月別平均体重を前年と比較してみると、3+魚の平均体重は5月から8月まで前年よりかなり大きく、2+魚でも同様の傾向がみられたことから、良好な餌環境を反映したものと考えられた。

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トン以上と安定した漁獲量とな

っている。2018 年漁期は約 12 トンと 2 年続きの減少となったものの、過去 10 年平均の 85.6%と、この 10 年間では中位の漁獲を維持した。近年、漁獲量が安定傾向にあるのは、環境収容力の範囲内でヒメマス稚魚が放流されていることが最も大きな要因と考えられている。今後も安定した健苗放流に努め、継続して動向を注視していく必要があると思われる。

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) 高田芳博ら（2019）シジミなど湖沼河川の水産資源の維持、管理、活用に関する研究（十和田湖のヒメマスの増殖、管理手法）. 平成 30 年度秋田県水産振興センター業務報告書, P131-140.

資源管理基礎調査事業（ワカサギ・シラウオ）

前田 穰・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、月別漁獲量を調査した。

2. 魚体測定調査

2018年5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）に小川原湖船ヶ沢分場に水揚げされたワカサギ、シラウオについて、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、5月から6月、9月から翌年3月に船ヶ沢分場に水揚げされたもののなかから80個体について標準体長、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5月から6月、9月から翌年3月に船ヶ沢分場に水揚げされたシラウオについて標準体長を測定した。

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

2018年4月から翌年3月までの小川原湖でのワカサギ漁獲量は約400トンと前年（422トン）の約95%となった（図1）。一方では、2018年度の船ヶ沢分場取扱数量は約132トンで前年（86トン）の約154%となった（図2）。2018年は2月を除いた各月とも過去3年平均を上回った（図3）。

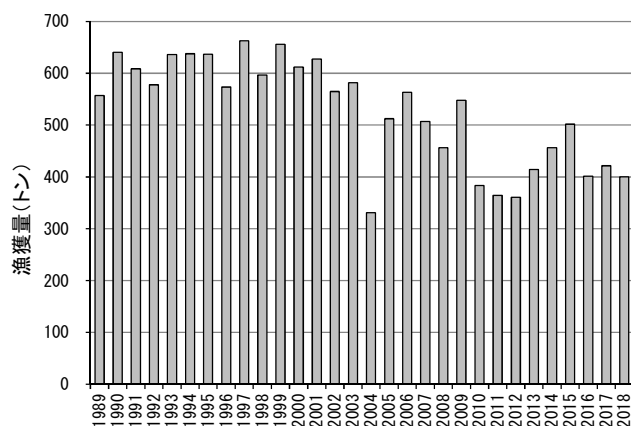


図1. 小川原湖での年度別ワカサギ漁獲量の推移
（4月から翌年3月で集計） 資料：小川原湖漁協

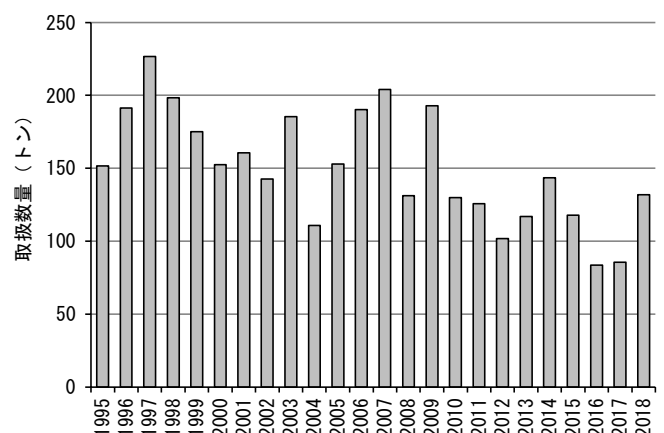


図2. 船ヶ沢分場での年度別ワカサギ取扱数量の推移
（4月から翌年3月で集計） 資料：小川原湖漁協

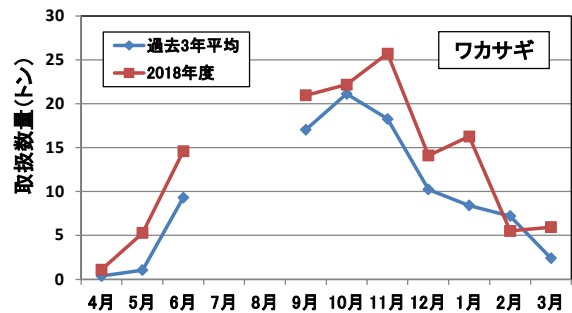


図 3. 船ヶ沢分場でのワカサギ取扱数量の月別比較

(2) シラウオ

2018 年 4 月から翌年 3 月までの小川原湖でのシラウオ漁獲量は約 287 トンと前年（273 トン）の約 105%となった（図 4）。このうち、船ヶ沢分場取扱数量は約 54 トンで前年（39 トン）の約 139%となった（図 5）。9 月から 10 月は過去 3 年平均をかなり下回ったものの、5 月から 6 月、1 月及び 3 月は大きく上回り、年間の取扱数量は過去 3 年平均の 109%となった（図 6）。

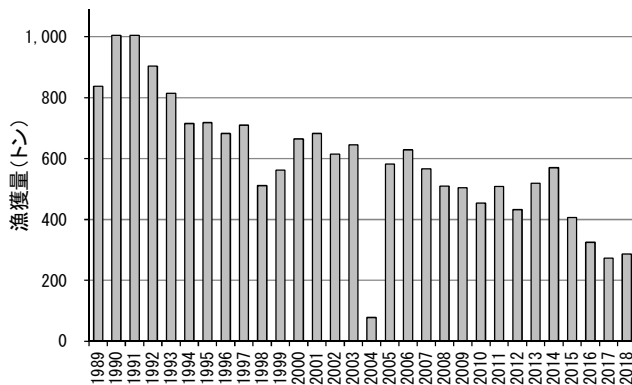


図 4. 小川原湖での年度別シラウオ漁獲量の推移
（4 月から翌年 3 月で集計）資料：小川原湖漁協

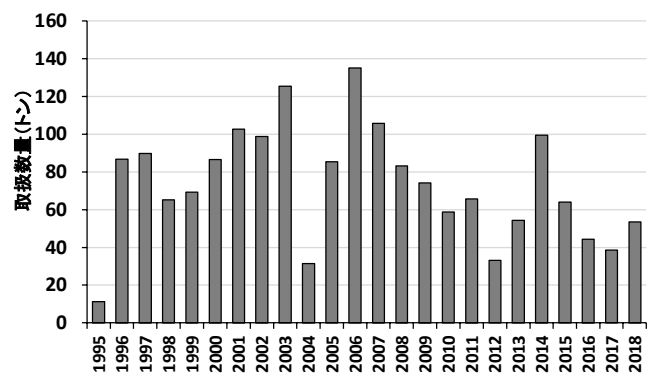


図 5. 船ヶ沢分場での年度別シラウオ取扱数量の推移
（4 月から翌年 3 月で集計）資料：小川原湖漁協

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 774 尾（定置網 480 尾、船曳網 240 尾、刺網 54 尾）、シラウオが 640 尾（定置網 160 尾、船曳網 480 尾）であった。

表 1. ワカサギとシラウオの漁法別測定尾数

		(2018年度)							
		5月17日	6月19日	9月19日	10月24日	11月20日	12月17日	1月31日	3月6日
ワカサギ	定置網	80			80	80	小80 大80		80
	船曳網		80	80				80	
	刺網							54	
シラウオ	定置網	80	80						
	船曳網			80	80	80	80	80	80

(1) ワカサギ

図 7 には定置網、船曳網及び刺網によって漁獲されたワカサギの体長組成を示した。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。また、12 月は

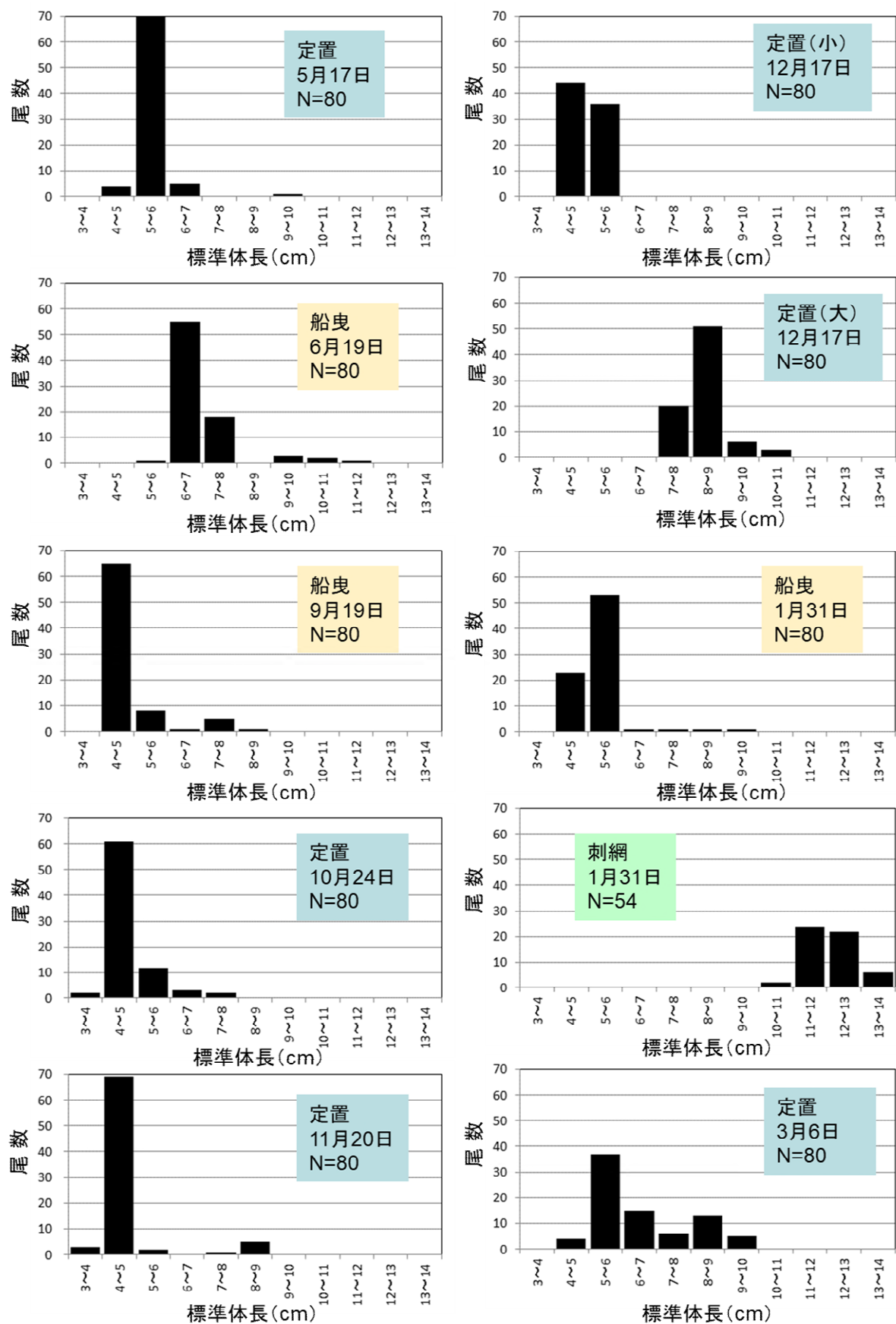


図 7. ワカサギの標準体長組成の推移

「小」銘柄と「大」銘柄に分けられているが、「大」銘柄はワカサギ漁獲量のうちの 1 割に満たないので、「小」銘柄のみを検討材料とした。その結果、5 月から 6 月にかけてはモードが 5 cm 台から 6 cm 台に移行し、成長していく様子がとらえられた。また、9 月から 11 月にかけてはモードが 4 cm 台であり、12 月の「小」銘柄のモード 4 cm 台から翌年 3 月にかけては 5 cm 台へと移行し、成長していく過程を追うことができた。

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。

雄の平均生殖腺指数は、5 月には 1.0 と低かった。10 月から 11 月は 2.1～2.2 とやや高く推移した。12 月は小銘柄、大銘柄ともに 2.4～2.5 と高くなり、翌年 1 月から 3 月には 1.7～2.0 となった（図 8）。生殖腺指数でみると、2.5 以上の雄個体は 5 月にはみられなかったが、10 月から翌年 3 月までは 2.5 をこえる個体が多くみられるようになった。3.0 をこえる個体は 11 月から翌年 3 月までみられ、11～12 月には 4.0 をこえる個体もみられた（図 9）。

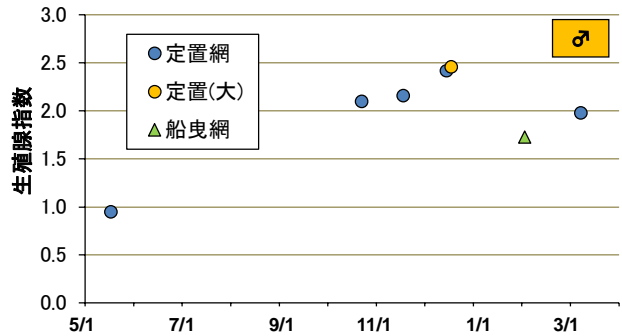


図 8. ワカサギ雄の平均生殖腺指数の推移

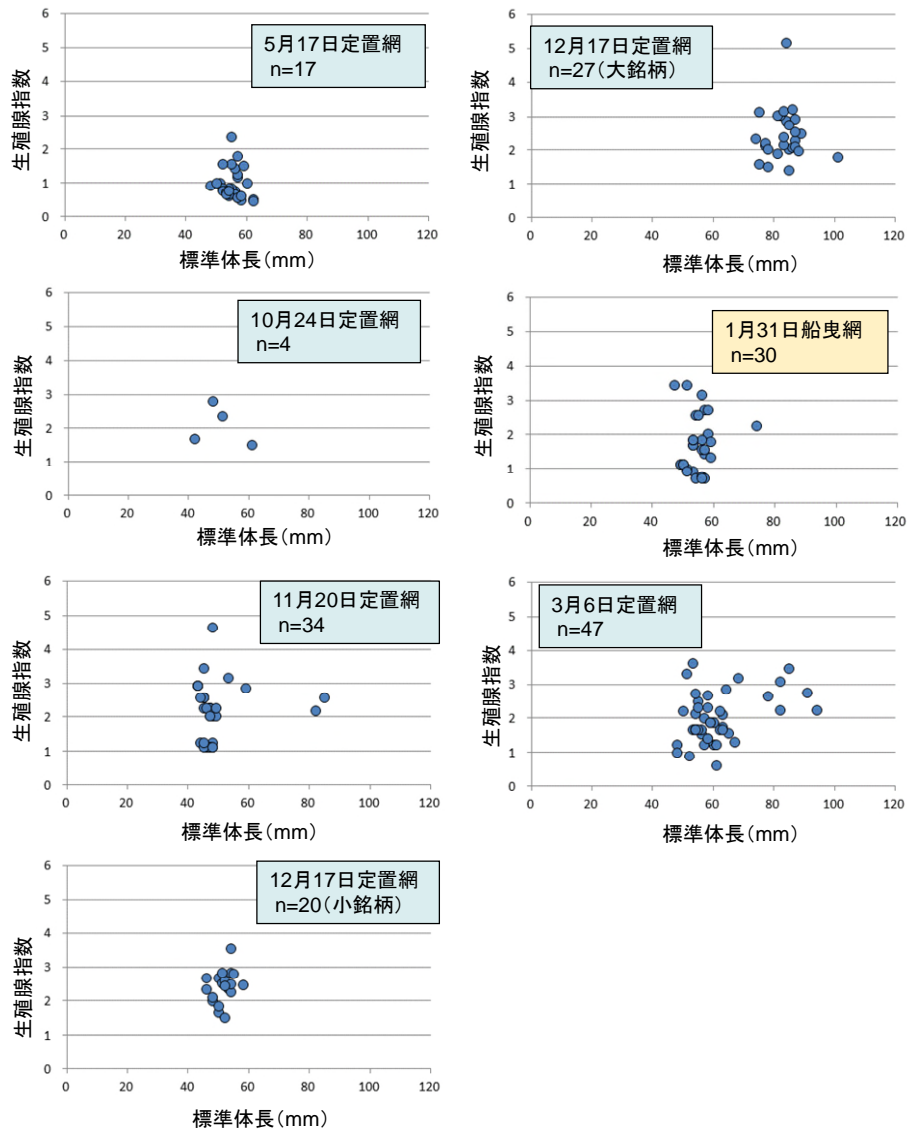


図 9. ワカサギ雄の標準体長と生殖腺指数

雌の平均生殖腺指数は、5月は14.5と最も高かった。6月には0.3と最も低くなり、9月から翌年3月に向かっては0.7から10.8へと次第に高くなる傾向がみられた（図10）。生殖腺指数が10以上の雌個体は5月と翌年1月から3月に多く出現した。指数が10以上の割合は5月が最も高く、次いで3月であった。また、20以上の割合も同様の傾向を示した（図11）。

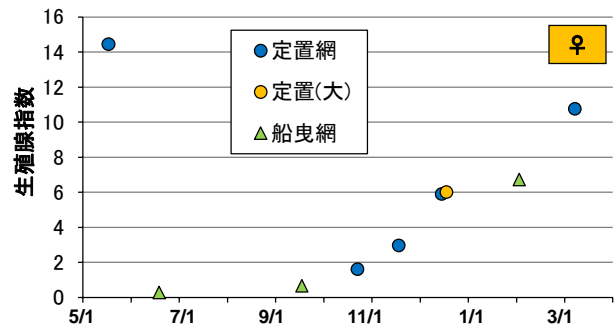


図 10. ワカサギ雌の平均生殖腺指数の推移

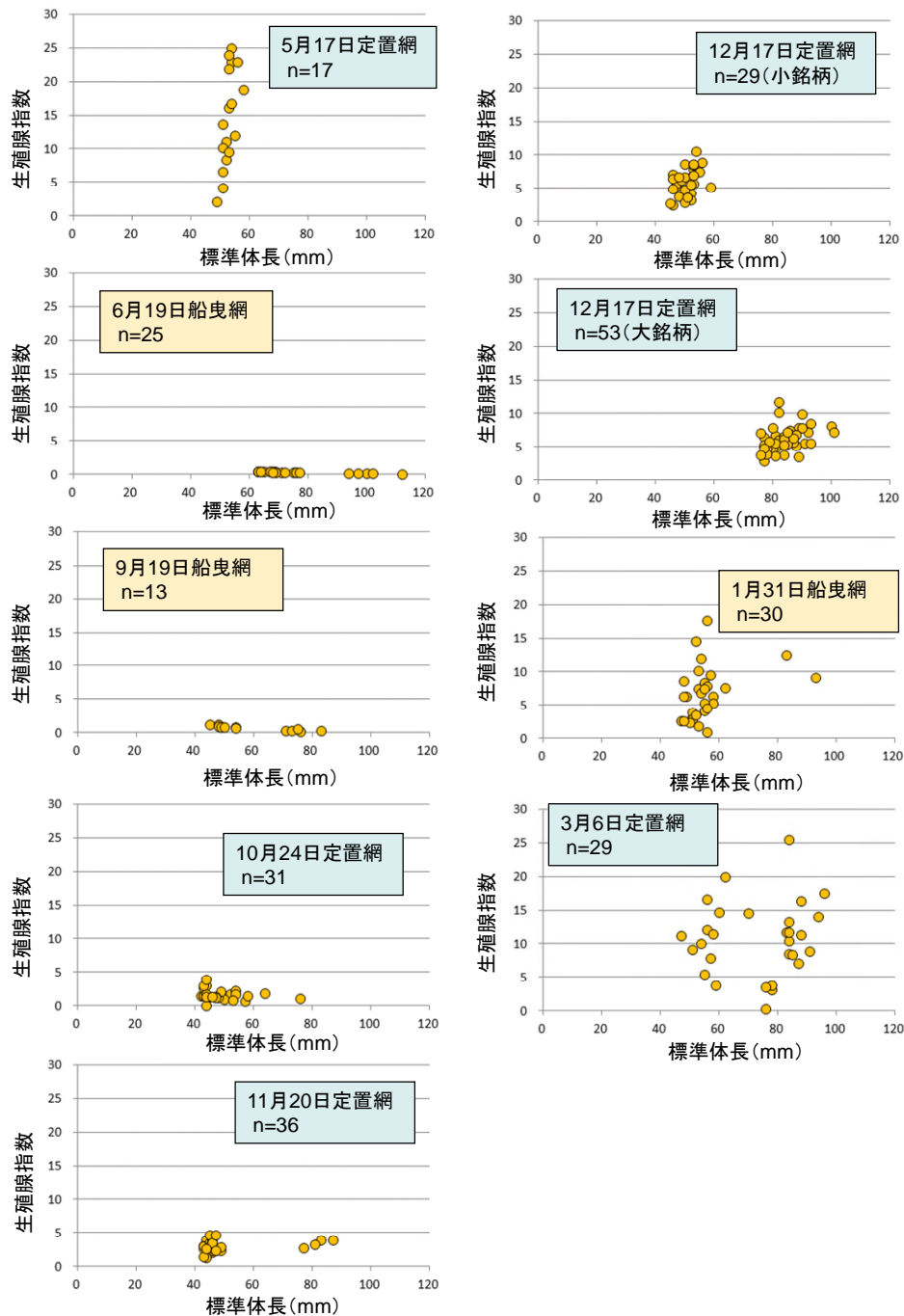


図 11. ワカサギ雌の標準体長と生殖腺指数

(2) シラウオ

図 12 にシラウオの標準体長の推移を示した。5 月から 6 月は定置網、9 月から翌年 3 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。5 月から 6 月のモードは 5.5~5.9 cm で、あまり変化はみられなかった。9 月は 4.0~4.4 cm にモードがみられ、10 月には 4.5~4.9 cm に移行した。11 月には急速な成長がみられ、5.5~5.9 cm にモードが移行した。その後は、翌年 3 月までモードの移行はみられなかった。12 月以降は 6.0~6.4 cm の個体の割合も増加し、わずかに成長している様子がみられた。

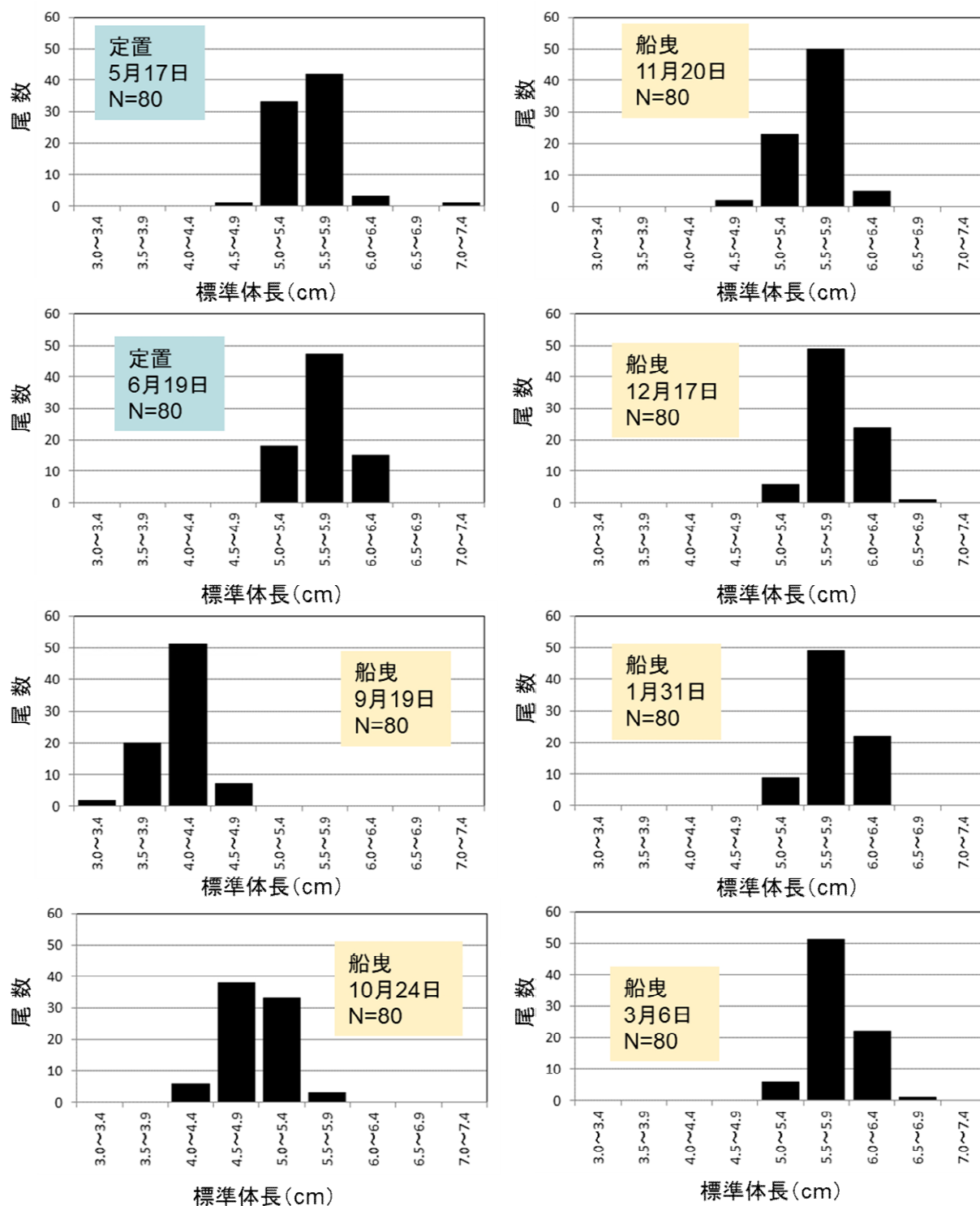


図 12. シラウオの標準体長組成の推移

考 察

1. ワカサギについて

定置網と船曳網のサンプルにより 5 月から 6 月及び 9 月から翌年 3 月の体長組成を追うことができた。定置網は湖岸近くの浅い水域、船曳網は小川原湖内の広い範囲で操業されるため、同じ場所のサンプルとは限らないが、これらのデータから体長組成を追うことができた。すなわち、5 月から 6 月に向けては、モードで見ると 5 cm 台から 6 cm 台へと移行していた。6 月下旬から 8 月までの禁漁の後、9 月にはモードが 4 cm 台、12 月の「小」銘柄では 4 cm 台に加えて 5 cm 台も多くみられ、翌年 1 月及び 3 月は 5 cm 台にモードがみられた。さらに、3 月には 8 cm 台にも小さなモードがみられた。

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では 3 cm 台にモードがみられていた。これらのことから、8 月以降は新しい年級群をとらえたものと思われた。

片山¹⁾によれば、小川原湖内には大小 2 群が存在するとされている。本年の結果から大型のものを拾い出してみると、5 月から 6 月はわずかだが 9 cm 台、8 月の試験操業と 9 月のデータからは 7 cm 台、11 月は 8 cm 台、12 月の「大」銘柄は 8 cm 台、1 月の刺網の 11 cm 台、3 月の 8 cm 台とみることができる。大小両群のモードの差は 3～4 cm とみることができる。

雄の生殖腺指数は 12 月がピークで、10 月と 11 月も高かった。生殖腺指数が 4 をこえる個体は 11 月から 12 月にみられ、3 をこえる個体は 11 月から翌年 3 月までみられた。雌の生殖腺指数は 5 月が最も高く、9 月の生殖腺指数が最も低かった。その後、翌年 3 月にむかって次第に高くなった。生殖腺指数が 10 以上の雌個体は 5 月と翌年 1 月から 3 月に多く出現した。小川原湖の産卵は 3 月から 4 月とされている¹⁾が、2018 年は 3 月から 4 月に加え、その後 6 月初めにかけても産卵が行われていたものと考えられた。

2. シラウオについて

5 月から 6 月には定置網のサンプルにより体長組成を追うことができたが、この間、モードは 5.5～5.9 cm で、大きな変化はみられなかった。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た。

9 月から翌年 3 月は船曳網のサンプルにより体長組成を追うことができた。この間のモードは 4.0～4.4 cm から 5.5～5.9 cm へと成長している様子がとらえられた。また、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では 3.0～3.4 cm にモードがみられた。

船曳網の漁場である水深の深いところから産卵場である浅瀬に向けた移動は 3 月以降に行われたものと考えられた。

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

成田 留衣¹

目 的

内水面研究所ではリンゴ・ニンニク入り飼料を与えた大型ニジマス「新サーモン（仮称）」のブランド化を目指している。内水面研究所で開発した大型ニジマスの系統（青森系ニジマス×海水耐性系ドナルドソンニジマスの全雌三倍体）を新サーモン候補魚とし、飼育方法の検討のため、ニンニク・リンゴ入り飼料を与える前の状態の成分分析を行い、市販のサーモンと比較する。

材料と方法

1. サーモン肉色比較

肉色比較には、新サーモン候補魚 2 尾と、市販されている海峽サーモン冷凍半身 3 尾分、ノルウェー産アトランティックサーモンとチリ産トラウトサーモン部位別に 4～5 パックを用いた。新サーモン候補魚と海峽サーモンは図 1 の 6 つの部位、背前（背骨より背側で頭の後ろから背びれの前端までの部分の身）、背後（背骨より背側で背びれ前端から肛門までの部分の身）、尾（肛門より後ろの身）、中心（背骨より腹側で肋骨より腹側を除いた部分の身）、腹（肋骨周辺の身）、はらす（肋骨より腹側の身）に分け分析、判別した。ノルウェー産アトランティックサーモンとチリ産トラウトサーモンについては、サクの状態ですべて売られているものから、背、尾、腹の部分と思われるものを選び試験に用いた（表 1）。サンプル数は表 1 のとおり。

肉色は、色彩色差系による分析と、サーモン類の肉色を比較するために用いられる DSM 社の SalmoFanTM による判別を行い比較した。色彩色差計（コニカミノルタ CR-200）による赤身成分測定は、各サンプル 3 回行い、赤味成分である $L^*a^*b^*$ 表色系の a^* 値の平均値を用いて比較した。DSM 社の SalmoFanTM（図 2 数字が大きいほど赤色が強い）については各部位の身の色と見比べ、もっとも近い色の番号を記録した。

2. サーモン成分分析

新サーモン候補魚と市販のノルウェー産アトランティックサーモン、チリ産トラウトサーモン、海峽サーモンについて、部位ごとにミンチにし、ソックスレー法で脂肪分、常圧加熱乾燥法で水分、直接灰化法で灰分を測定した。

また、HPLC でアスタキサンチン量を測定した。サンプル数は表 1 のとおり。

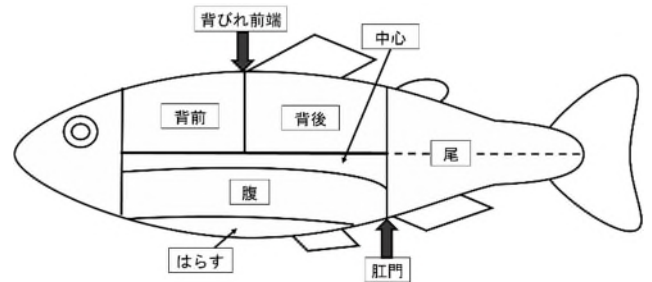


図 1. 測定部位（新サーモン候補魚、海峽サーモン）



図 2. サーモン肉色判別用 SalmoFanTM

表 1. 新サーモン候補魚と市販サーモンのサンプル数

	部位	色彩色差計	SalmoFan	脂肪分 水分 灰分	アスタキ サンチン
新サーモン	背前	2	2	2	1
	背後	2	2	2	1
	尾	2	2	2	1
	中心	1	1	2	1
	腹	1	1	2	1
	はらす	1	1	2	1
海峽サーモン	背前	3	3	3	3
	背後	3	3	3	3
	尾	3	3	3	3
	中心	3	3	3	3
	腹	3	3	3	3
	はらす	3	3	3	3
チリ産 トラウトサーモン	背	5	5	4	1
	尾	5	5	4	1
	腹	5	5	4	1
ノルウェー産 アトランティック サーモン	背	5	5	4	1
	尾	5	4	4	1
	腹	5	5	3	1

¹ 青森県西北地域県民局地域農林水産部鰯ヶ沢水産事務所

結果と考察

1. サーモン肉色比較

(1) 色彩色差計

L*a*b*表色系におけるL*値（明るさ）の測定結果を表2、平均値を図3、a*値（赤色の強さ）の測定結果を表3、平均値を図4、b*値（黄色の強さ）の測定結果を表4、平均値を図5に示した。L*値に関しては、ノルウェー産アトランティックサーモンが他と比較して高く、新サーモン候補魚が他と比較して低かった。a*値とb*値に関しては、チリ産トラウトサーモンと海峡サーモンが他と比較して高めであった。部位別に見ると、はらすはL*値が高めであった。

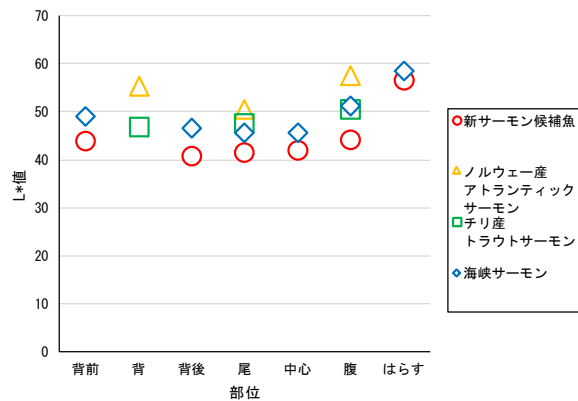


図3. 色彩色差計によるL*値の測定結果

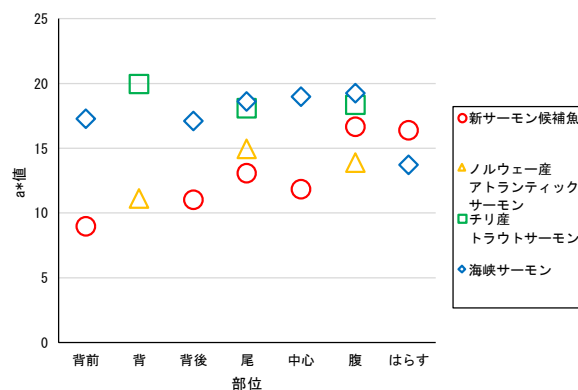


図4. 色彩色差計によるa*値の測定結果

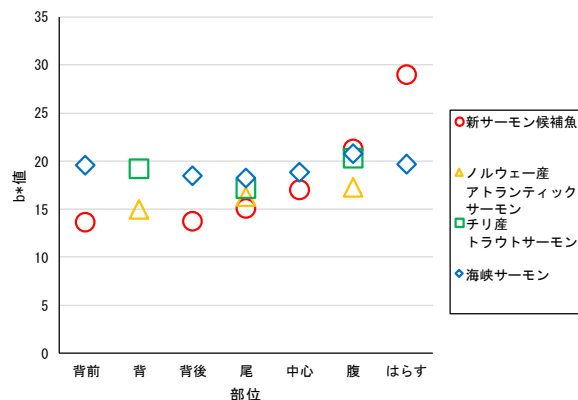


図5. 色彩色差計によるb*値の測定結果

表2. 色彩色差計によるL*値の測定結果

	1	2	3	4	5	平均
新サーモン	背前	43.65	44.07			43.86
	背後	42.49	39.05			40.77
	尾	41.57	41.22			41.40
	中心	41.91				-
	腹	44.03				-
	はらす	56.57				-
海峡サーモン	背前	48.60	48.30	50.13		49.01
	背後	46.83	45.66	47.13		46.54
	尾	48.17	42.87	45.47		45.50
	中心	47.75	44.93	44.48		45.72
	腹	53.64	50.75	49.29		51.23
	はらす	60.49	55.44	59.51		58.48
チリ産トラウトサーモン	背	47.83	47.34	45.73	48.31	46.85
	尾	46.62	47.69	50.01	47.18	47.61
	腹	49.86	50.64	48.50	50.48	50.37
ノルウェー産アトランティックサーモン	背	57.25	56.58	56.14	52.82	55.23
	尾	50.83	49.50	49.52	51.07	50.57
	腹	61.92	54.31	59.76	55.91	57.44

表3. 色彩色差計によるa*値の測定結果

	1	2	3	4	5	平均
新サーモン	背前	9.32	8.70			9.01
	背後	12.18	9.96			11.07
	尾	12.45	13.65			13.05
	中心	11.82				-
	腹	16.67				-
	はらす	16.41				-
海峡サーモン	背前	18.46	17.06	16.27		17.26
	背後	17.71	17.92	15.75		17.13
	尾	19.93	18.38	17.46		18.59
	中心	20.43	19.30	17.16		18.96
	腹	22.66	18.59	16.63		19.29
	はらす	12.41	15.95	12.76		13.71
チリ産トラウトサーモン	背	21.45	21.61	18.93	19.24	20.01
	尾	16.80	20.89	17.77	17.82	18.05
	腹	21.04	21.92	18.43	15.79	18.39
ノルウェー産アトランティックサーモン	背	12.25	15.67	11.67	13.00	11.15
	尾	15.10	14.93	15.83	16.50	15.00
	腹	11.55	14.90	16.38	11.91	14.60

表4. 色彩色差計によるb*値の測定結果

	1	2	3	4	5	平均
新サーモン	背前	12.62	14.68			13.65
	背後	12.88	14.73			13.81
	尾	13.17	17.02			15.10
	中心	16.97				-
	腹	21.21				-
	はらす	28.99				-
海峡サーモン	背前	20.99	18.42	19.45		19.62
	背後	18.27	19.59	17.47		18.44
	尾	20.05	17.00	17.59		18.21
	中心	20.55	18.86	17.23		18.88
	腹	22.19	20.59	19.40		20.73
	はらす	17.99	21.27	19.91		19.72
チリ産トラウトサーモン	背	19.43	21.31	20.48	16.67	19.26
	尾	18.71	21.04	17.29	16.43	17.14
	腹	20.10	23.02	19.37	19.38	20.26
ノルウェー産アトランティックサーモン	背	16.78	21.24	12.23	13.96	14.95
	尾	16.76	17.94	16.25	16.64	16.25
	腹	16.37	18.53	20.00	13.06	18.45

(2) SalmoFan™

記録した SalmoFan™ 番号の測定結果を表 5、平均値を図 6 に示した。チリ産トラウトサーモンの番号が大きく、ノルウェー産アトランティックサーモンの番号は他よりも小さかった。部位別に見ると、はらす部分の番号は他の部位よりも小さかった。また、色彩色差計で赤色の強さに相当するのは a^* 値であるが、 a^* 値と SalmoFan™ の結果とは必ずしも一致しなかった。同じ赤色の強さに見えても、色味がサーモンによって微妙に異なっている可能性が考えられる。

新サーモン候補魚は現状でも他のサーモンと同程度の十分な赤さがあり、また、ここからさらに赤色を濃くするのは現実的ではないため、色で差別化を図るは難しいと考える。

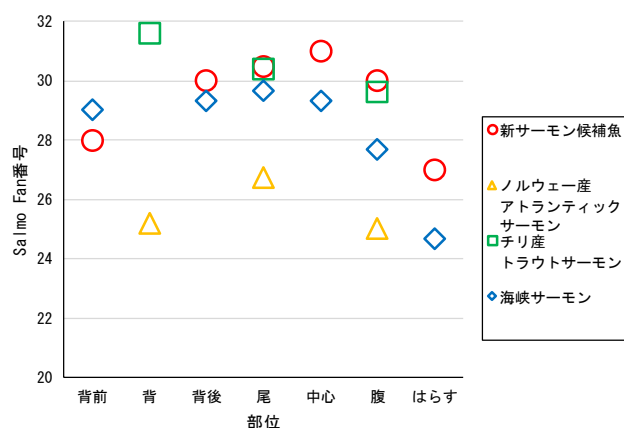


図 6. SalmoFan™ 番号の測定結果

表 5. SalmoFan™ 番号の測定結果

		1	2	3	4	5	平均
新サーモン	背前	25	31				28.0
	背後	29	31				30.0
	尾	28	33				30.5
	中心	31					-
	腹	30					-
	はらす	27					-
海峡サーモン	背前	29	30	28			29.0
	背後	29	30	29			29.3
	尾	29	30	30			29.7
	中心	28	30	30			29.3
	腹	27	28	28			27.7
	はらす	25	26	23			24.7
チリ産トラウトサーモン	背	29	32	32	32	33	31.6
	尾	26	31	29	33	33	30.4
	腹	29	30	31	30	28	29.6
ノルウェー産アトランティックサーモン	背	22	25	27	25	27	25.2
	尾	27	26	27	27		26.8
	腹	21	27	25	26	26	25.0

2. サーモン成分分析

(1) 一般成分

脂肪分、水分、灰分の測定結果を図 7 に示した。脂肪分に関しては、ノルウェー産アトランティックサーモンが他のサーモンに比べて高く、新サーモン候補魚は低かった。部位別では、はらすや腹の脂肪分が高く、尾の部分が低かった。脂肪分が高い部位は、その分、水分の占める割合が小さかった。肉色比較でノルウェー産アトランティックサーモンや、はらす部分の赤色が弱かったのは、脂肪分が多いことが影響していると考えられる。

新サーモン候補魚は他のサーモンと比べ、脂肪分が低いという特徴が見られた。脂肪分以外でも味に関係する成分は多くあり、脂肪分の低さを強みにできる可能性があると考ええる。

表 6. 脂肪分測定結果

		1	2	3	4	平均
新サーモン	背前	5.3	10.1			7.7
	背後	5.1	4.7			4.9
	尾	4.7	3.6			4.2
	中心	5.6	10.2			7.9
	腹	6.6	7.1			6.8
	はらす	26.0	37.7			31.9
海峡サーモン	背前	12.6	18.7	16.6		16.0
	背後	8.5	11.4	11.9		10.6
	尾	6.1	8.0	7.5		7.2
	中心	7.8	12.2	8.3		9.4
	腹	18.1	19.1	12.0		16.4
	はらす	54.2	60.3	60.2		58.2
チリ産トラウトサーモン	背	8.9	15.0	14.7	9.3	12.0
	尾	8.9	6.8	5.3	7.0	7.0
	腹	10.1	13.8	6.5	9.7	10.0
ノルウェー産アトランティックサーモン	背	17.6	20.5	16.3	8.3	15.7
	尾	10.2	5.1	6.7	8.1	7.5
	腹	28.4	22.5	14.5		21.8

表 7. 水分測定結果

		1	2	3	4	平均
新サーモン	背前	64.0	64.5			64.2
	背後	64.8	69.0			66.9
	尾	68.7	71.1			69.9
	中心	65.4	64.9			65.1
	腹	61.9	62.8			62.4
	はらす	43.3	21.9			32.6
海峡サーモン	背前	62.9	52.3	63.1		59.5
	背後	66.9	67.6	65.9		66.8
	尾	70.6	63.1	70.3		68.0
	中心	67.8	58.1	68.4		64.8
	腹	51.7	65.4	62.0		59.7
	はらす	18.9	16.2	15.2		16.8
チリ産トラウトサーモン	背	70.3	57.3	67.1	62.8	64.4
	尾	70.3	65.8	72.4	69.5	69.5
	腹	65.7	62.3	68.4	69.3	66.4
ノルウェー産アトランティックサーモン	背	58.9	58.3	60.3	66.9	61.1
	尾	64.4	71.4	64.4	67.1	66.8
	腹	45.8	48.7	63.3		52.6

表 8. 灰分測定結果 (％)

		1	2	3	4	平均
新サーモン	背前	1.4	1.9			1.6
	背後	1.5	1.7			1.6
	尾	1.5	2.0			1.7
	中心	1.6	1.9			1.8
	腹	1.5	1.9			1.7
	はらず	0.9	0.8			0.8
海峡サーモン	背前	1.8	1.4	1.7		1.6
	背後	2.1	1.9	1.8		2.0
	尾	1.8	2.3	1.9		2.0
	中心	1.9	1.4	1.9		1.8
	腹	1.4	2.0	1.7		1.7
	はらず	0.5	0.5	0.6		0.6
チリ産 トラウトサーモン	背	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
	尾	1.4	1.3	1.6	1.5	1.4
	腹	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4
ノルウェー産 アトランティック サーモン	背	1.0	1.7	1.7	1.9	1.6
	尾	0.9	1.5	1.4	1.8	1.4
	腹	0.7	1.1	1.6		1.1

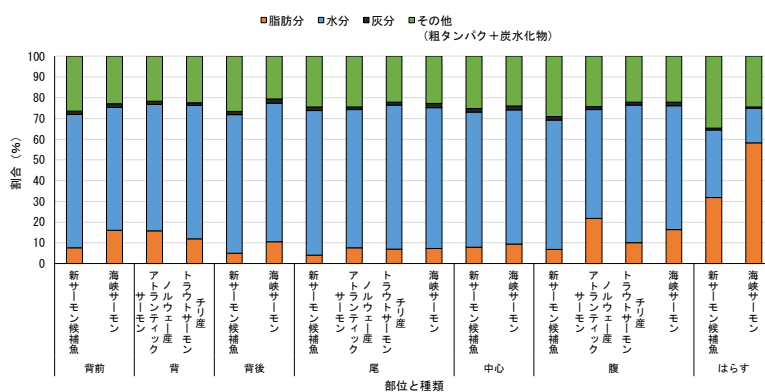


図 7. 一般成分分析結果

(2) アスタキサンチン

アスタキサンチン量の測定結果を表 9、平均値を図 8 に示した。チリ産トラウトサーモンが全体的に高い値であった。チリ産トラウトサーモンは、色の測定で全体的に赤味の強い結果であり、アスタキサンチンの量が影響していると思われる。

表 9. アスタキサンチン含有量 (mg/100g)

		1	2	3	平均
新サーモン	背前	2.370			—
	背後	3.247			—
	尾	3.278			—
	中心	4.432			—
	腹	3.802			—
	はらず	2.005			—
海峡サーモン	背前	3.712	4.838	3.230	3.926
	背後	3.596	4.716	3.438	3.916
	尾	3.962	5.980	4.043	4.662
	中心	3.500	4.947	4.179	4.209
	腹	3.862	5.175	3.821	4.286
	はらず	2.642	2.986	1.930	2.519
チリ産 トラウトサーモン	背	9.557			—
	尾	9.420			—
	腹	8.951			—
ノルウェー産 アトランティック サーモン	背	1.433			—
	尾	1.896			—
	腹	3.060			—

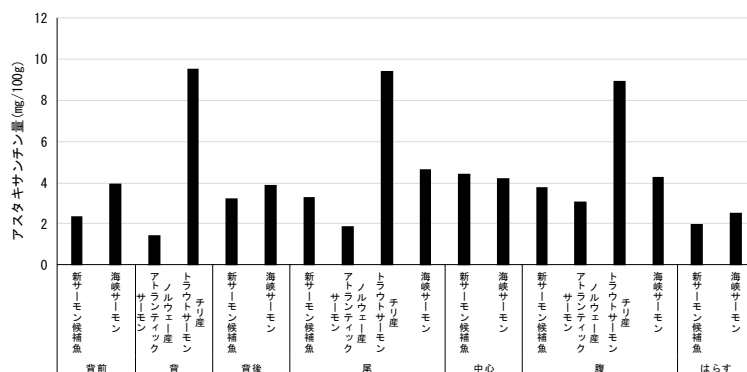


図 8. アスタキサンチン含有量の平均値

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) 長崎 勝康

目 的

ヤマトシジミ（以後シジミと記載）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、種苗生産及び放流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殻長 1mm サイズの稚貝の生産が可能となった¹⁾。また、餌として市販のヨーグルトと冷凍ナンノクロロプシスを混合して給餌することで種苗生産コスト削減の可能性が見えてきた。本試験では、シジミの種苗生産の事業化へ向けた実証試験として、閉鎖循環システムを用い、ヨーグルトと冷凍ナンノクロロプシスを給餌し、シジミ種苗の集約的な生産を行った。

材料と方法

(1) 閉鎖循環システム概要

システムは、500ℓ飼育水槽（122×74×53cm）、水中ポンプ（テラダ CSL-100L）、112ℓ濾過槽（61×41×46cm）、水中ヒーター（300W）、で構成され、濾過槽にはホタテ貝殻チップ 9kg を玉ねぎ袋に詰めたもの 5 袋を設置した。ホタテ貝殻チップは、事前に塩分 8psu、水温約 20℃で塩化アンモニウムを添加し熟成させ硝化細菌が十分に働く状況にしたものを使用した。

加温中の保温性を高めるために 500ℓ飼育水槽及び濾過槽の外側にスタイロフォームをはめ込んだ。また、飼育水槽にはスタイロフォームの蓋をして保温性を高めると共に蒸発を防いだ。

飼育用水は 500ℓ水槽からポンプで濾過槽に汲み上げられ、濾過槽から 500ℓ水槽内に設置した（株）田中三次郎商店のアップウェリング容器（以後飼育容器という）に高低差で注水される（図 1、図 2）。

飼育容器は 4 個設置し試験区 A、B、C、D とした。底面には、オープニング 0.091mm のネットを敷き 0.5mm 目合いのフルイを通過した砂約 300ml をネットの上に敷いた。飼育容器の底からの通水を確保するために水切りカゴを台にして飼育容器を設置した。500ℓ飼育水槽から水中ポンプでろ過槽に汲み上げられた飼育水は、落差で飼育容器上面から注水され、底面から排出されるようにした。このシステムをビニールハウス内に設置し、飼育試験を行った。

(2) ヤマトシジミ稚貝飼育方法

① 使用した稚貝

小川原湖漁業協同組合では、塩分を 8psu 程度に調整した湖水を入れた多数の 1 トン水槽に小川原湖産

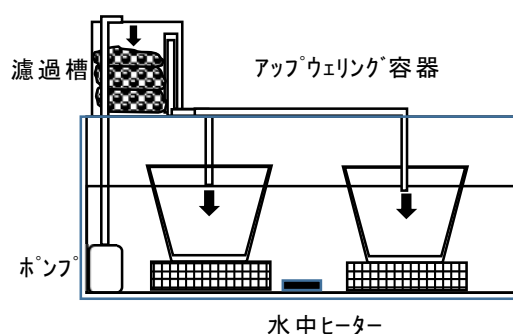


図 1. シジミ種苗育成用閉鎖循環システム



図 2. シジミ種苗育成用閉鎖循環水槽

のシジミ親貝を収容し、昇温を促すことで産卵させ、浮遊幼生や着底稚貝まで飼育を行い放流している。試験では小川原湖漁協が 1 トン水槽で 7 月 25 日に生産したシジミラーバを譲り受け使用した。7 月 25 日に生産した 1 トン水槽の中から産卵数の多い水槽を 2 基選び、それぞれ 20ℓトスロンタンク 2 個分、合計 4 個 (80ℓ) のラーバを内水面研究所に運んだ。これらのシジミは循環水槽に収容するまでの 23 日間 20ℓトスロンタンク 4 個 (試験区 A~D) で、緩く通気しながら止水で飼育した。

8 月 18 日 (飼育 24 日目) に閉鎖循環システムの 4 個の飼育容器にトスロンタンク 1 個分の稚貝を収容した。収容数は、3ℓの飼育水を入れた 4ℓ容器に稚貝を収容し、強く通気するとともに 500ml 容器で飼育水を強く攪拌し稚貝を均一にした状態で、1,000 μ ℓ定量ピペットを使い 3 回、計 3ml 採取したものを 1 回分とし稚貝を計数した。1 試験区あたり 3 回稚貝を計数し、その平均値を密度として容量 (3ℓ) から総収容数を求めた。収容時の平均殻長は 0.21mm~0.23mm であった (表 1)。

② 餌と給餌

餌は、市販の冷凍ナンノクロロプシス (クロレラ工業株式会社冷凍ナンノヤンマリン K-1) を解凍したものとプレーンヨーグルトを 8psu の人口海水で表 2 のように希釈したものを与えた。当初は、1.0 倍濃度で与え、給餌量が増えるに従い濃度を高くして与えた。給餌量は、給餌後の摂餌による飼育水の濁りのとれかたを見ながら増やした。

平日の給餌は朝、昼、夕の 3 回、また休日は朝、夕 2 回行った (付表)。

③ 稚貝の回収と測定

稚貝の回収は、1 回目を産卵後 89~91 日目 (循環飼育 66~68 日目) の 10 月 22 日~24 日に、2 回目を 114 日目 (循環飼育 91 日目) の 11 月 16 日に行った。

試験区毎に全ての砂と稚貝を回収し、目合い 0.5mm のフルイにかけ、残ったシジミを回収した。回収したシジミは、目合い 2.0mm と 0.7mm のフルイにかけてそれぞれの区分毎に 60 個の殻長を測定した。また各区分の個数は、目合い 2mm のフルイに残った個体は全て計数した。0.7mm と 0.5mm のフルイに残った個体は、それぞれ 0.5g、0.2g あたりの個数を計数し総重量から総数を換算した。

1 回目の回収で 0.5mm のフルイから抜けた個体は、同飼育容器で飼育を継続した。

④ 飼育水の管理

水温はサーモスタットを 25℃に設定した。飼育期間中の水替えはせず、塩分は 8psu 程度を目標とし、週に 1 回程度塩分を確認し、飼育水の蒸発により塩分が高くなった場合は湧水を加えて 8psu 程度に調整した。また、給餌による飼育水量増加分を随時排水して水量を調整した。

塩分は YSI model-30、溶存酸素 (DO) 及び pH は水質チェッカー (HACH HQ-40d) を使い週 2 回程度測定した。アンモニア態窒素はポータブル吸光光度計 (HACH DR900) により 1 週間に 2 回程度測定した。水温は自記式水温計 (HOB0 TidbiT v2) を飼育容器内に設置し、1 時間毎に測定した。

表 1. 各試験区のヤマトシジミ稚貝収容数

飼育水(3ℓ)中の稚貝密度の計数結果 (個/3ml)			
試験区	A	B	C
1回目	268	261	325
2回目	281	261	280
3回目	301	257	287
平均	283	260	297

試験区別収容数 (個)

試験区	A	B	C	D
稚貝総数(万個)	28.3	26.0	29.7	34.2
平均殻長(μ m)	0.22	0.23	0.21	0.22

飼育水中(3ℓ)の稚貝密度から総数を換算した。

各試験区から3回、3ml採水し計数した。

密度計数のための採水前には飼育水を十分に攪拌し、均一な状態とした。

平均殻長は各区60個以上の殻長を実態顕微鏡を用いて計測し求めた。

表 2. 各試験区のヤマトシジミ稚貝収容数

餌の濃度	冷凍ナンノクロプシス		ヨーグルト		作成量 8psu海水で 希釈(ℓ)
	使用量 (ml)	希釈倍率 (倍)	使用量 (ml)	希釈倍率 (倍)	
1.0倍(基本)	5.0	160.0	8	100.0	0.8
1.5倍	7.5	106.7	12	66.7	0.8
2.0倍	10.0	80.0	16	50.0	0.8
2.5倍	12.5	64.0	20	40.0	0.8
3.0倍	15.0	53.3	24	33.3	0.8

結果と考察

閉鎖循環システムを使い、ヨーグルトと冷凍ナンノクロプシスの混合餌料を与えて飼育し、89～91日目と114日目の2回0.5mm目合いのフルイを使い稚貝を回収した。2回の回収合計で平均殻長0.9～1.1mmの稚貝が、試験区Aでは33.5万個、試験区Bでは26.2万個、試験区Cでは28.1万個、試験区Dでは24.6万個回収された（表3）。飼育容器4個を設置した500ℓ水槽の閉鎖循環システムで、ヤマトシジミ1mmの稚貝100万個程度の生産が可能であることが示された。なお、2回目の回収時には0.5mm目合いのフルイを抜ける個体がある程度確認されており、実際の生残数は回収数を上回ることになる。

表 3. 閉鎖循環システムによるヤマトシジミ飼育結果

1回目 2018/10/22-24									
試験区	A		B		C		D		
フルイ目合い	平均殻長 (mm)	個数 (個)	平均殻長 (mm)	個数 (個)	平均殻長 (mm)	個数 (個)	平均殻長 (mm)	個数 (個)	
2mm残	3.90	1,140	3.90	569	3.70	159	3.50	324	
0.7mm残	1.30	105,000	1.30	61,000	1.30	83,000	1.30	52,000	
0.5mm残	0.83	149,000	0.83	109,000	0.82	145,000	0.90	99,000	
計		255,140		170,569		228,159		151,324	
総平均殻長	1.04		1.01		1.00		1.04		

2回目 2018/11/12,16									
試験区	A		B		C		D		
フルイ目合い	平均殻長 (mm)	個数 (個)	平均殻長 (mm)	個数 (個)	平均殻長 (mm)	個数 (個)	平均殻長 (mm)	個数 (個)	
0.5mm残	1.10	80,000	1.07	91,000	0.91	53,000	0.93	95,000	
計		80,000		91,000		53,000		95,000	
総平均殻長	1.10		1.07		0.91		0.93		
総回収数		335,140		261,569		281,159		246,324	

収容数に対して2回の回収で得られた稚貝の回収率は、試験区AとBで100%を超えており、収容時の収容数が過小に推定された可能性が高い（表4）。収容時の個数の推定は、3ℓの飼育水を均一に攪拌した状態で3ml採水しその密度から推定したが、0.2mmの稚貝を水中に均一な状態に分散させることができていなかった可能性が考えられる。

シジミ稚貝飼育の餌として前年度に稚貝育成の有効性と経済性を確認したヨーグルトと冷凍ナンノクロプシスを混合したもののみを使用した²⁾。成長に伴い摂餌量が増加するため、付表のように当初は

基本濃度（1.0倍）から始め、摂餌量が増えるにつれて給餌量を増やすとともに、濃度を基準の1.5倍から3.0倍まで順次変更することで給餌量を調整した。

1試験区の総給餌量は、基本濃度（1.0倍）換算で約66.5ℓ、4試験区合計で約266ℓ使用した。与えた餌に使用した冷凍ナンノクロプシスは1.66kg、またヨーグルトは2.66kgで使用した餌の原料総額は、4,683円となり、1ℓあたり17.6円と極めて安価であった。これまで種苗生産で使用したキートセロス カルシトランス（10ℓ入り税抜き34,000円）に比べて、集約的な大量種苗生産時においても大幅な生産コスト削減につながることを示された。

表 4. ヤマトシジミの閉鎖循環飼育後の回収率

試験区	A	B	C	D
収容数(万個)	28.3	26.0	29.7	34.2
回収数(万個)	33.5	26.2	28.1	24.6
回収率(%)	(118.4)	(100.8)	94.6	71.9

表 5. ヤマトシジミの閉鎖循環飼育後の回収率

餌種類	266ℓの混合餌料 作成に必要な量	製品価格		使用した 材量の価格
		梱包	価格	
冷凍ナンノクロプシス(ml)	1.66 kg	8 kg	18,400 円	3,818 円
ヨーグルト(g)	2.66 kg	400 g	130 円	865 円
合 計				4,683 円

¹試験区の総給餌量は66.5ℓ、4試験区で266ℓ給餌し、殻長1mmのヤマトシジミ稚貝112.4万個を生産

循環飼育期間中の水温は、循環飼育開始後の8月下旬に気温の上昇により30℃にまで上昇したが、その後は概ね25℃前後で推移した(図3)。前年度に行った同施設での飼育では11月に入り25℃の設定温度を下回ることがあったが、スタイロフォームで水槽外側を覆うことで保温性が高まり、設定した25℃を維持することができた。

飼育水中のアンモニア態窒素は循環飼育開始から緩やかな上昇傾向を示し48日目に0.08mg/ℓに達した。その後0.05mg/ℓ前後で推移した(図3)。この間にまとまったへい死は見られず、ろ過装置により飼育に適した水質が維持されたものと判断した。

溶存酸素は、ときおり7mg/ℓ台を示した他は8mg/ℓを維持していた(図3)。

pHは7.90~8.35の間で推移した。期間をとおして緩やかに低下する傾向が見られた(図3)。

塩分は7.5~8.4psuの間で推移した(図3)。

本試験結果から飼育容器(アップウェリング容器)4個を設置した500ℓ水槽の閉鎖循環システムを使い、飼育容器1個あたり殻長約1mmのシジミ稚貝24.6万~33.5万個、合計

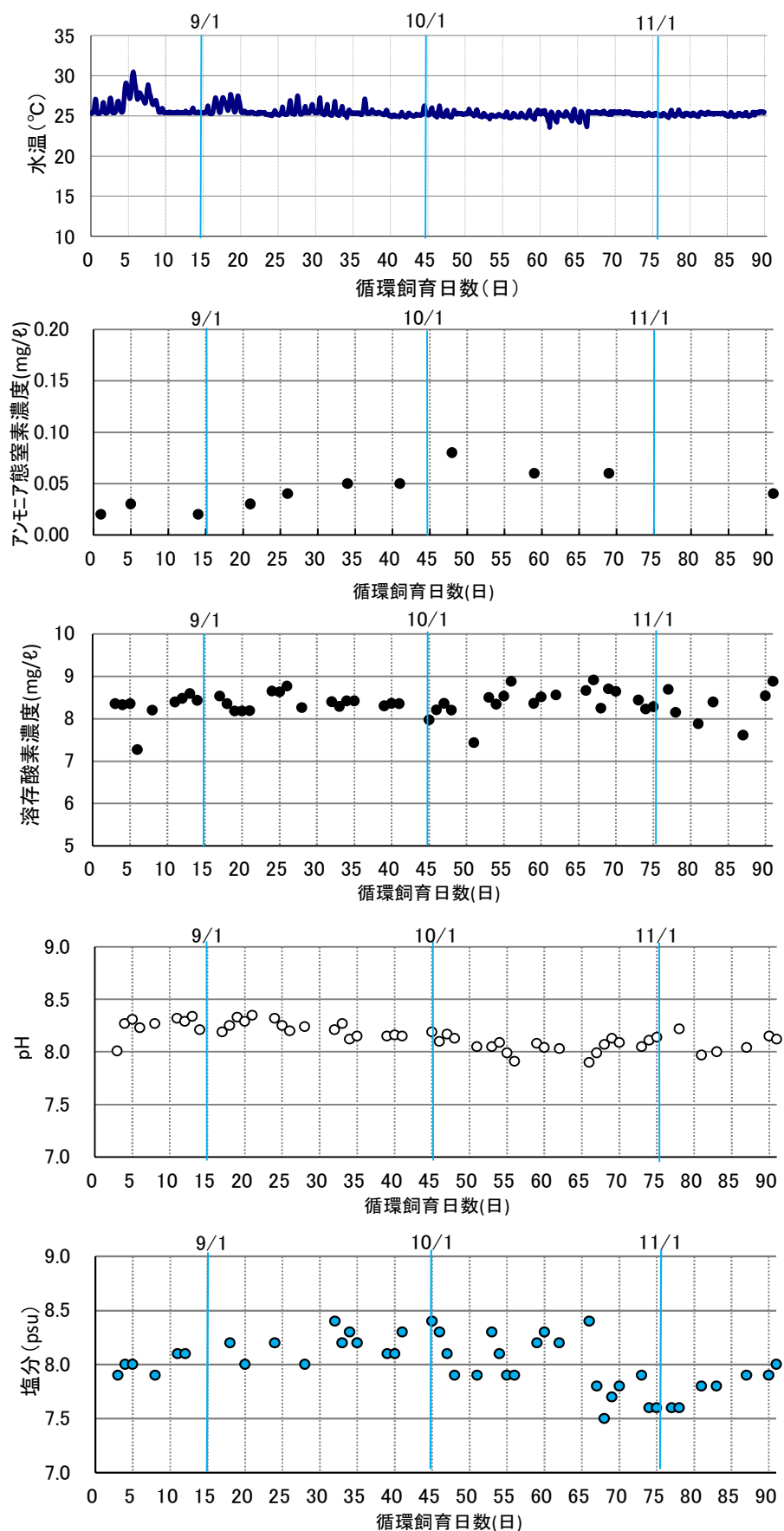


図3. ヤマトシジミ飼育中の水質観測結果
上から水温、アンモニア態窒素、溶存酸素、pH、塩分

で 110 万個を超える高密度生産が可能であることが示された。

閉鎖循環飼育で最も問題となるアンモニア態窒素は、飼育 48 日目まで徐々に増加し 0.08mg/ℓに達したが、以降は 0.05mg/ℓ前後で安定していたことから、この濾過槽の規模で今回の給餌量程度の負荷には十分対応できることがわかった。また、稚貝の成長は遅かったものの、最終的な回収率は 71%以上と高く、飼育水の環境はシジミ稚貝にとって十分良好に保たれていたと考えられる。

本試験では産卵後止水で 23 日間飼育管理した後、循環水槽へ収容し 91 日間合計 114 日間の飼育し、殻長約 1mm の稚貝回収 1 回目を産卵後 89～91 日後（循環飼育 66～68 日後）、2 回目を 114 日後（循環飼育 91 日後）と産卵から 4 か月弱の飼育期間となった。好適な条件のもと低密度で飼育した場合には殻長 1mm に達するのに着底稚貝から 40 日程度であった²⁾ことに比べて、長期間の飼育期間を要した。成長が遅かった理由として、収容密度の高いことや、本試験で使用した濾過槽のアンモニア除去能力が把握できなかったため給餌量を控え目にしていたことが考えられる。また、常に飼育容器内は飼育水がかけ流されているために、給餌直後から餌は飼育容器外に飼育水と共に流れだし、稚貝にとって餌が十分に存在する時間が短かったことが考えられる。餌が十分に存在する状態を継続できるように、飼育方法や給餌方法を改善することで殻長 1mm までの飼育期間を短縮する可能性がある。

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（閉鎖循環システムによるヤマトシジミ種苗生産）．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, 13-16
- 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, 17-20

シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業
(浮きカゴ式中間育成方法の検討)
長崎 勝康

目 的

ヤマトシジミ（以後シジミという）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、種苗生産及び放流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飼育することで殻長 1mm サイズの稚貝の生産が可能となった¹⁾。しかしながら、殻長数 mm を超えると、摂餌量が急激に増加し給餌コストや飼育水の管理に課題があった。そのため、省コストと省力化に向けて自然の水域を利用した中間育成方法として浮きカゴ式飼育方法を検討した。

材料と方法

中間育成に使用した浮きカゴは、42×26×13cm の蓋つきプラスチック製カゴを塩ビ管の枠で 2 つ繋げ、塩ビ管の両側に浮きを 2 個、合計 4 個付けて表層に浮かぶようにした（図 1）。カゴの内側には目合 0.5mm のネットを張り、0.5mm のフルイに残った砂を 2cm 程度の厚さで敷き、稚貝を収容した。

浮きカゴを設置した予備池は、内水面研究所内にある素掘りの淡水の池で、大きさは約 25×20m、水深 50cm 程度でわずかに湧水が流入しているが、池の容積に対して流入量が少ないため富栄養化が進んでいる。また、この池にはコイ、フナ、メダカ、モツゴなどが生息している。

中間育成には、2017 年の夏季に産卵させたシジミをキートセロス、冷凍ナンノクロプシス、ヨーグルトを与えて飼育し、2018 年 5 月 2 日から予備池の水をかけ流して飼育していたシジミ稚貝を用いた。

目合 6.5×6.5mm のフルイを抜けかつ 4×4mm のフルイに残ったシジミ 500 個（平均殻長 6.9mm、総重量 44.6g）を浮きカゴ（大）とし、4×4mm のフルイを抜け 2×2mm のフルイに残ったシジミ 1,000 個（平均殻長 4.5mm、総重量 26.5g）を浮きカゴ（小）とした。それぞれ浮きカゴに収容し、予備池に浮かべて管理した。

2018 年 6 月 18 日に浮きカゴを設置し、7 月 11 日と 8 月 9 日に各区から無作為に取り出した 60 個の殻長を測定した。また、9 月 26 日に全量回収し、生残貝の計数と殻長、全重量を測定した。回収したシジミは成長差が大きかったため、6mm のトオシ（隙間が 6mm の縦格子状）、4×4mm と 2×2mm のフルイを使いサイズを揃え、浮きカゴ（大）では全ての個体の殻長と総重量を測定し、平均殻長を求めた。また浮きカゴ（小）では、各フルイ別け区分別に 100 個の殻長と総数及び総重量を測定し、それぞれの区分別の平均殻長と個数から案分して平均殻長を求めた。

予備池表層からポンプでくみ上げ、かけ流ししている水槽に自記式水温計（HOB0 TidbiT v2）を設置し、1 時間毎の水温を記録し、参考水温とした。また、気象庁の十和田観測地点における毎時観測気温を参考気温とした。



図 1. 浮きカゴ区で使用したカゴ



図 2. 予備池にカゴ浮かべた状態

結 果

6月18日から9月26日までの101日間の飼育後の生残率は、浮きカゴ（大）で98.6%、浮きカゴ（小）で100%と極めて高い結果となった（表1）。浮きカゴ（大）の平均殻長は、開始時6.9mmが終了時には13.7mmで6.8mm増、総重量は開始時の44.6g（0.09g/個）が348.8g（0.71g/個）になり7.8倍に達した。浮きカゴ（小）の平均殻長は、開始時4.5mmが終了時には10.9mmで6.4mm増、総重量は開始時の26.5g（0.027g/個）が375.5g（0.38g/個）と約14倍になった。

表1. 浮きカゴによるヤマトシジミ稚貝の飼育結果

浮きカゴ(大)区						浮きカゴ(小)区				
	個数 (個)	重量 (g)	平均殻長 (mm)	最少殻長 (mm)	最大殻長 (mm)	個数 (個)	重量 (g)	平均殻長 (mm)	最少殻長 (mm)	最大殻長 (mm)
開始時 2018/6/18										
6×6mm抜け、4×4mm残	500	44.6	6.9	5.6	9.1					
4×4mm抜け、2×2mm残						1,000	26.5	4.5	2.9	6.7
終了時 2018/9/26										
6mmトオシ残	422	326.7	14.2	10.7	20.1	412	253.6	13.5	10.2	17.6
6mmトオシ抜け、4×4mm残	71	22.1	10.7	7.4	12.4	563	120.9	9.3	6.1	11.9
4×4mm抜け						25	1.0	5.2	3.4	6.4
生残個体計	493	348.8	13.7	7.4	20.1	1,000	375.5	10.9	3.4	17.6
斃死個体計	7					0				
合 計	500					1,000				
生 残 率	98.6					100.0				

浮きカゴ区（大）の1日あたりの殻長成長量は6月18日～7月11日の期間で0.12mm/日、7月11日～8月9日の期間で0.11mm/日と直線的に伸びているが、8月9日～9月26日までの期間では0.02mm/日と鈍化した（図3、表2）。

浮きカゴ区（小）の1日当たりの殻長成長量は、6月18日～7月11日の期間で0.09mm/日、7月11日～8月9日の期間で0.11mm/日であったが、8月9日～9月26日までの期間では0.02mm/日と浮きカゴ（大）と同様に鈍化した（図3、表2）。

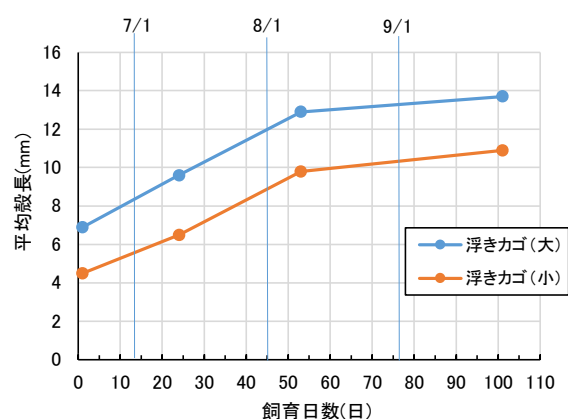


図3. 浮きカゴ飼育時のヤマトシジミの平均殻長の推移

表2. 浮きカゴ飼育時のヤマトシジミの平均殻長の推移と1日あたりの成長量

期間開始日	測定日	飼育日数 (日)	浮きカゴ(大)			浮きカゴ(小)		
			平均殻長 (mm)	期間内成長 (mm)	1日の成長 (mm/日)	平均殻長 (mm)	期間内成長 (mm)	1日の成長 (mm/日)
	6月18日		6.9			4.5		
6月18日	7月11日	23	9.6	2.7	0.12	6.5	2.0	0.09
7月11日	8月9日	29	12.9	3.3	0.11	9.8	3.3	0.11
8月9日	9月26日	48	13.7	0.8	0.02	10.9	1.1	0.02

飼育期間中の参考水温を図4に、参考気温を図5に示した。6月の飼育開始当初の水温は20℃を下回っていたが6月下旬から20℃を超えるようになった。7月初旬に一時的に30℃を上回ったが7月6日から8日にかけてヤマセ（北東から吹く気温が低い風）の影響で日平均気温が15℃を下回る日が続き水温も16℃台まで低下した。7月10日以降水温は徐々に上昇し7月29日、30日には32℃台に達した。8月4日～10日にかけてヤマセの影響で日平均気温は20℃未満の日が続き、8月6日から8日の水温は20℃を下回るようになった。同様に、8月17日～19日、8月28日～9月2日にかけてヤマセの影響を受けて日平均気温

は 20℃を下回り、この期間水温も低下した。水温は、7月下旬から8月初旬をピークに、10℃程度の変動を繰り返しながら徐々に低下していった。9月7日以降の水温は 25℃を超えることはほとんどなく、9月19日ごろからは 20℃前後で推移した。

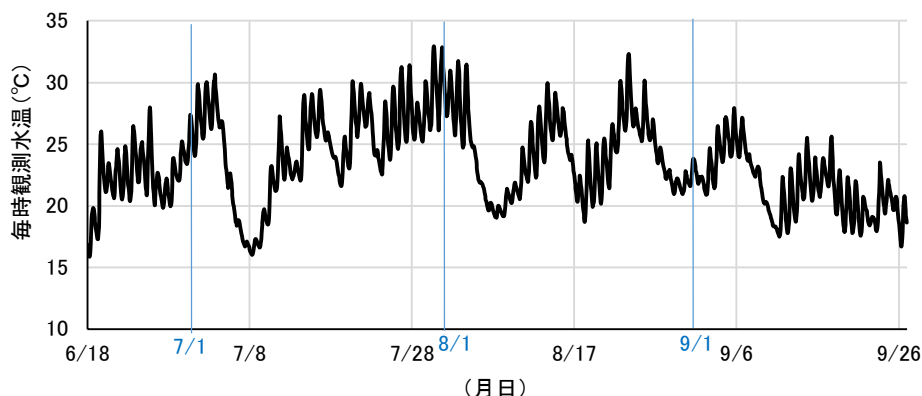


図 4. 予備池の毎時観測水温の推移

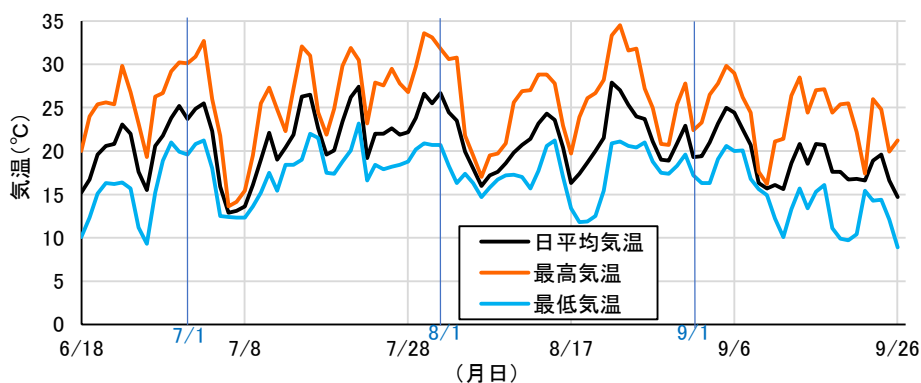


図 5. 十和田観測地点の日平均気温と日最高及び最低気温（気象庁ホームページより）

考 察

6月18日から9月26日までの101日間の飼育後で、平均殻長 6.9mm のシジミが 13.7mm、平均殻長 4.5mm のシジミが 10.9mm に成長し、ほとんど斃死が見られなかった。総重量ではそれぞれ開始時の 7.8 倍、14 倍になった。ヤマトシジミの純淡水での飼育事例は少ないが、今回の3か月に渡る飼育結果から、純淡水でも良好な成長、生残が確認できた。

浮きカゴ区を使った飼育では、数週間おきにカゴ内に溜まった浮泥を流す作業のみ行った。また、予備池の自然の流れによる水交換で入ってくる植物プランクトンなどを餌としていたので、餌料代や電気代等の飼育管理費はかからないことから、管理が楽で、コストのかからない中間育成方法であるといえる。

今回浮きカゴを設置した予備池は、波のたたない小規模な池であったために、稚貝がカゴから流出することはなかったが、今後、規模を拡大して行う場合は広い水域を使うことが想定されるため、浮きカゴ式飼育の波に対する施設の強度や、シジミへの影響などを検討する必要がある。

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

シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業 (浮きカゴ式とかけ流し式中間育成方法の比較) 長崎 勝康

目 的

ヤマトシジミ（以後シジミという）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、種苗生産及び放流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飼育することで殻長 1mm サイズの稚貝の生産が可能となった¹⁾。しかしながら、殻長数 mm を超えると、摂餌量が急激に増加し給餌コストや飼育水の管理に課題があった。そのため、省コストと省力化に向けて自然の水域を利用した中間育成方法として、かけ流し式飼育方法と浮きカゴ式飼育方法を検討した。

材料と方法

シジミ中間育成方法として、内水面研究所内にある予備池の水をかけ流す方法（かけ流し区）と浮きカゴを予備池に浮かべる方法（浮きカゴ区）を比較した。予備池は、素掘りで大きさは約 25×20m、水深 50cm 程度の池でわずかに湧水が流入しているが、富栄養化が進んだ池である。また、コイ、フナ、メダカ、モツゴなどが生息している。

かけ流し区は、5000 飼育水槽（122×74×53cm）、稚貝飼育用の（株）田中三次郎商店アップウェリング容器（以後、飼育容器と記載）、水中ポンプ（工進ポンスターPSK-640XA）、5000 貯水槽（FRP 円形水槽）、で構成され、水中ポンプで予備池から貯水槽に水を貯め、貯水槽からは塩ビ管で配管し、落差で飼育容器に注水される（図 1）。飼育容器にはオープニング 0.5mm のネットを敷いて稚貝を収容した。飼育容器の底からの通水を確保するために水切りカゴを台にして飼育容器を設置した。飼育水は飼育容器上面から約 3ℓ/分注水され、底面から排出されるようにした。また、水温を把握するため飼育容器内に自記式水温計（HOB0 TidbiT v2）を設置し、毎時観測した。

浮きカゴ区は、42×26×13cm の蓋つきプラスチック製カゴを塩ビ管の枠で 2 つ繋げ、塩ビ管の両側に浮きを 2 個、合計 4 個付けて表層に浮かぶようにした（図 2）。カゴの内側に目合 0.5mm のネットを張り、砂を 2cm 程度の厚さで敷き、稚貝を収容し予備池に浮かべて管理した。

試験には、2017 年の夏季に産卵させたシジミをキートセロス、冷凍ナンノクロロプシス、ヨーグルトを与えて飼育し、2018 年 5 月 2 日から前述したかけ流し水槽で飼育していたシジミを用いた。シジミのサイズを揃えるために目合 6.5×6.5mm のフルイを抜き、かつ 4×4mm のフルイに残ったシジミを使用した。

かけ流し区では飼育容器 1 個、浮きカゴ区ではカゴ 1 個を使い、それぞれに平均殻長 7.3mm の稚貝 260.5g を収容した。8 月 1 日に各試験区に稚貝を収容し 57 日間飼育を行い、9 月 27 日に全量回収した。回収した稚貝は成長差が大きかったため、目合 6.5×6.5mm と 4×4mm のフルイを使いふるい分け、区分別に 100

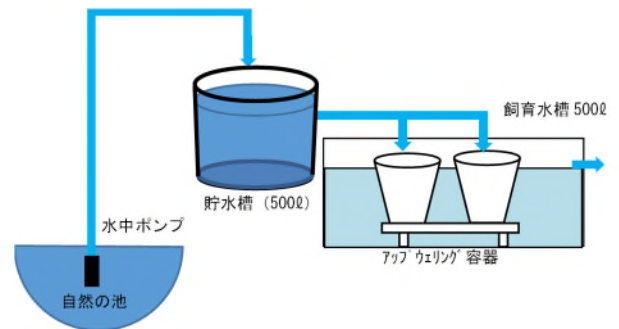


図 1. かけ流し区の模式図(上)と写真(下)



図 2. 浮きカゴ区で使用した浮きカゴ

個の殻長と重量を測定し、総数は区分別の総重量と 100 個の重量から換算して求めた。平均値は、それぞれの区分別の平均値と個数から案分して求めた。また斃死数は殻を計数して求めた。

結果及び考察

8 月 1 日から 57 日間の飼育後の生残率は、かけ流し区で 99.8% 浮きカゴで 99.5% とどちらの区もほとんど斃死は見られなかった。開始時に 7.3mm の平均殻長は、かけ流し区で 10.2mm、浮きカゴ区で 8.4mm となり、かけ流し区の成長が上回った。総重量は開始時の 270.6g からかけ流し区で 798.9g (3.0 倍) に、浮きカゴ区で 449.5g (1.7 倍) に増加した。

表 1. かけ流しと浮きカゴによるヤマトシジミ稚貝の飼育結果

		かけ流し区				浮きカゴ区			
		個数 (個)	重量 (g)	平均殻長 (mm)	100個重量 (g)	個数 (個)	重量 (g)	平均殻長 (mm)	100個重量 (g)
フルイの 目合い	6.5×6.5mm残	2,411	732.8	10.6	30.4	839	189.6	9.7	22.6
	4×4mm残	465	66.1	8.3	14.2	2,124	259.1	7.9	12.2
	4×4mm抜け	0	0.0			20	0.8	5.4	
生残個体計		2,876	798.9	10.2		2,983	449.5	8.4	
斃死個体計		6				16			
合 計		2,882				2,999			
生 残 率		99.8				99.5			

飼育期間中のかけ流し区の水温を図に示した。8 月の水溫は、天候によって 30℃ を超えるときと 20℃ を切る時期がみられ、9 月に入り天候による大きな波が見られるものの全体として低下傾向がみられる。最高水溫は 8 月 23 日の 32.3℃、最低水溫は最終日の 9 月 27 日の 16.2℃、平均 22.8℃ であった。

約 2 か月間の飼育結果では、かけ流し区は生残率 99%、期間内に殻長で 2.1mm 成長、重量で約 3 倍になり、有望な中間育成手法であるといえる。

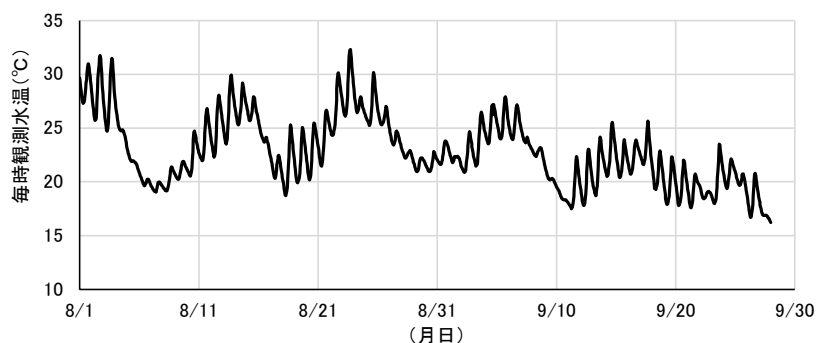


図 3. かけ流し区の毎時観測水溫の推移

かけ流し区では、平均殻長 7.3mm の稚貝 270.6g を収容、池の水を毎分約 3ℓ かけ流すことで、10.4mm の稚貝 798.9g を回収できた。この方法では、注水量を増やすことにより収容数量をさらに増やせる可能性があり、集約的な方法として用いられる可能性がある。

浮きカゴ区は、成長はかけ流し区に比べて劣るものの生残率は 99% 台とかけ流し区と同様に高く、また簡易な設備で飼育中のコストがかからないことなどから、粗放的な方法として実用化の可能性はある。浮きカゴ区で成長が劣った要因として、カゴ内に水の入れ替えが少ないために十分な餌が供給できなかった可能性が考えられる。風の無い時の予備池はほぼ止水状態となり、カゴ内の水の入れ替えが少ないことが想像される。水の入れ替えがない状態は、餌の供給がないことを意味し、成長の停滞につながったものと考えられる。今後、浮きカゴについては、水の出入りの改善が必要である。

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

さけ・ます資源増大対策調査事業（サケ）

松谷 紀明¹

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2018年8月から2019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、川内川については、国立研究開発法人水産研究・教育機構東北水産研究所（以下、東北水研と称す（現水産資源研究所））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3河川：川内川、野辺地川、清水川

日本海4河川：中村川、赤石川、追良瀬川、笹内川

2. 繁殖形質調査

2018年度は馬淵川においてヤナの設置ができず河川捕獲がなかったため、例年11月に東北水研と共同で行っている馬淵川繁殖形質調査は中止となった。

3. 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。なお、川内川については、ふ化場担当者が測定したデータを使用した。

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135,312尾（前年比111.0%）であった。地域別では太平洋が113,200尾（前年比108.4%）、津軽海峡が2,354尾（前年比248.1%）、陸奥湾が12,027尾（前年比135.9%）、日本海が7,731尾（前年比99.7%）であった。

河川別では新井田川（前年比139.2%）、奥入瀬川（前年比128.4%）、老部川（前年比136.5%）、大畑川（前年比248.1%）、川内川（前年比222.3%）、清水川（前年比115.3%）、中村川（前年比154.4%）及び赤石川（前年比752.6%）で前年度を上回る捕獲数であった一方、五戸川（前年比73.3%）、野辺地川（前年比83.3%）、追良瀬川（前年比89.3%）及び笹内川（前年比28.7%）では前年度を下回った。馬淵川では、ヤナの設置ができなかったため河川捕獲がなかった。

老部川、大畑川、野辺地川、清水川、赤石川、追良瀬川及び笹内川では依然として自河川での種卵確保は難しい状況が続いており、移入卵と海産卵で対応している状況となっていた。これまで移入卵の種卵調整は主に発眼卵で行っていたが、2018年度は大半を吸水直後の受精卵で行った。運搬の影響と考えられる斃死等は確認されなかった。

¹ 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所

表 1. 河川別捕獲親魚尾数

海域名 河川名	太平洋						津軽海峡		陸奥湾				日本海				全県
	新井田川	馬淵川	五戸川	奥入瀬川	老都川	計	大畑川	川内川	野辺地川	清水川	計	中村川	赤石川	追良瀬川	笹内川	計	
捕獲尾数 (尾)	22,010	0	958	87,682	2,550	113,200	2,354	7,109	4,172	746	12,027	508	1,859	4,869	495	7,731	135,312
対前年比 (%)	139.2	0.0	73.3	128.4	136.5	108.4	248.1	222.3	83.3	115.3	135.9	154.4	752.6	89.3	28.7	99.7	111.0

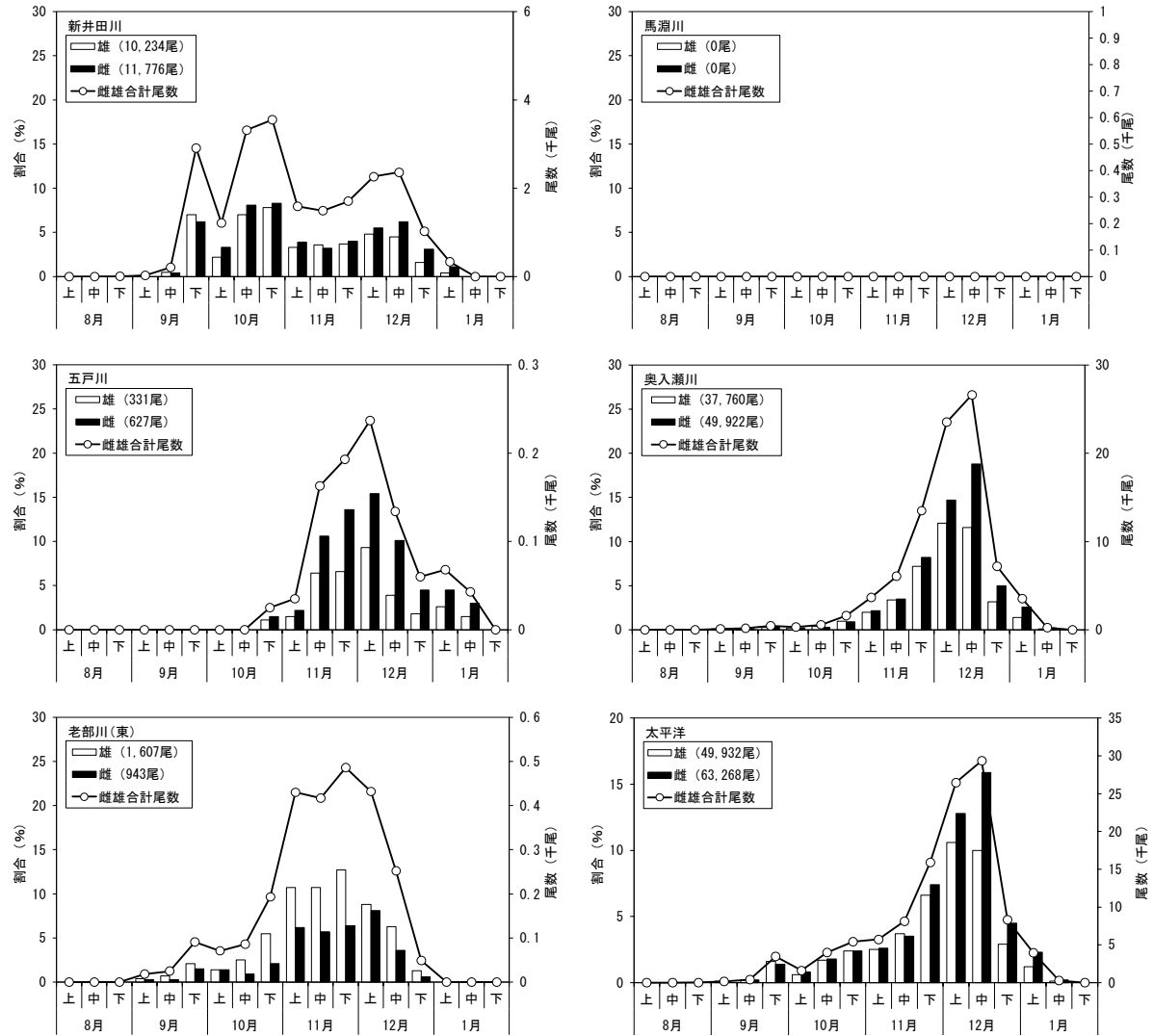


図 1-1. 河川別捕獲親魚尾数（太平洋）

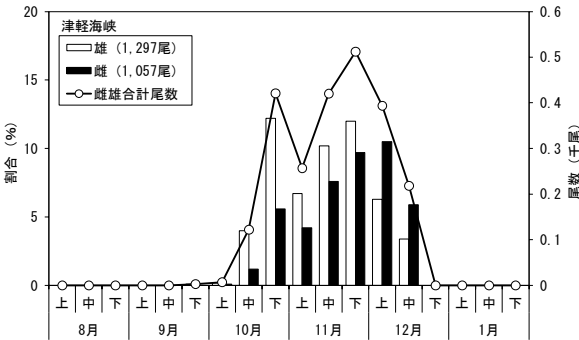


図 1-2. 河川別捕獲親魚尾数（津軽海峡）

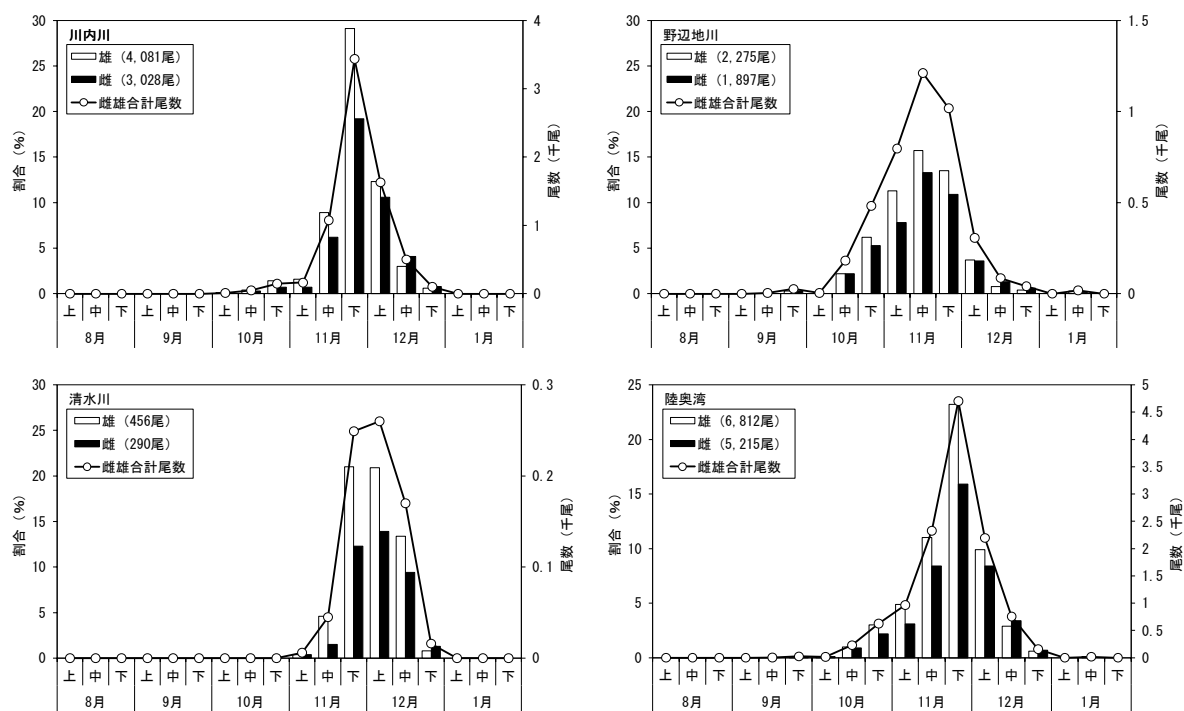


図 1-3. 河川別捕獲親魚尾数（陸奥湾）

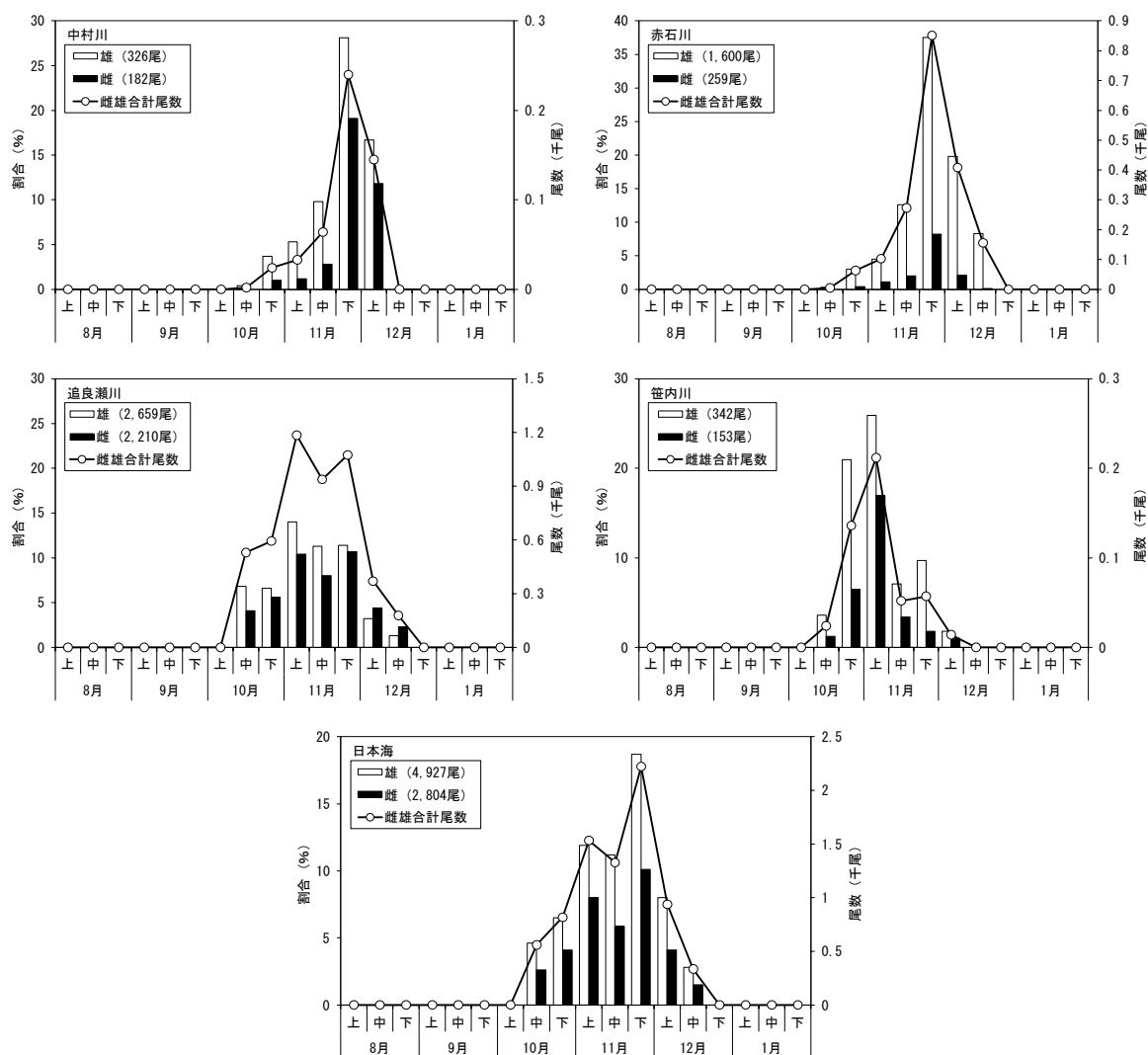


図 1-4. 河川別捕獲親魚尾数（日本海）

2018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、川内川では4年魚>3年魚>5年魚の順、新井田川、奥入瀬川、老部川、大畑川、野辺地川、清水川、赤石川・中村川、追良瀬川、笹内川では4年魚>5年魚>3年魚の順となっていた。

2017年度の県全体の3年魚（2014級群）の捕獲尾数は、前年度に比べて増加がみられたため、2018年度は回帰の主体となる4年魚の増加が期待された¹⁾。2018年度の県全体の4年魚の捕獲尾数は、1987年以降の32年中、上から12番目の水準であった。一方、県全体の3年魚の捕獲尾数は前年度に比べて減少がみられたため、次年度に回帰の主体となる4年魚の減少が懸念された。

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	1.3	2.7	88.6	7.2	0.2	0.0	10,234	0.0	0.9	88.1	10.6	0.4	0.0	11,776	0.6	1.8	88.3	9.0	0.3	0.0	22,010			
馬淵川	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0			
奥入瀬川	0.0	5.4	79.6	15.0	0.0	0.0	37,760	0.0	1.6	80.6	17.6	0.2	0.0	49,922	0.0	3.2	80.1	16.5	0.1	0.0	87,682			
老部川（東）	0.0	0.0	72.7	27.3	0.0	0.0	1,607	0.0	0.2	74.6	24.6	0.6	0.0	943	0.0	0.1	73.4	26.3	0.2	0.0	2,550			
太平洋 計	0.3	4.7	81.2	13.8	0.0	0.0	49,601	0.0	1.4	81.9	16.4	0.3	0.0	62,641	0.1	2.9	81.6	15.3	0.2	0.0	112,242			
大畑川	0.7	4.6	80.4	14.2	0.2	0.0	1,297	0.0	1.7	77.5	20.6	0.3	0.0	1,057	0.4	3.3	79.1	17.1	0.2	0.0	2,354			
津軽海峡 計	0.7	4.6	80.4	14.2	0.2	0.0	1,297	0.0	1.7	77.5	20.6	0.3	0.0	1,057	0.4	3.3	79.1	17.1	0.2	0.0	2,354			
川内川	5.4	15.5	75.8	3.2	0.3	0.0	4,081	0.0	4.3	91.5	3.0	1.2	0.0	3,028	3.1	10.7	82.5	3.1	0.6	0.0	7,109			
野辺地川	0.0	11.8	76.8	11.4	0.0	0.0	2,275	0.0	5.6	83.5	10.4	0.5	0.0	1,897	0.0	9.0	79.9	11.0	0.2	0.0	4,172			
清水川	0.2	7.5	85.5	6.2	0.6	0.0	456	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	290	0.2	4.6	87.2	7.7	0.4	0.0	746			
陸奥湾 計	3.2	13.7	76.8	6.1	0.2	0.0	6,812	0.0	4.5	88.5	6.1	0.8	0.0	5,215	1.8	9.7	81.9	6.1	0.5	0.0	12,027			
赤石川・中村川	0.0	0.0	85.9	14.1	0.0	0.0	1,926	0.0	2.1	86.0	11.9	0.0	0.0	441	0.0	0.4	85.9	13.7	0.0	0.0	2,367			
追良瀬川	0.0	4.1	76.2	19.3	0.4	0.0	2,659	0.0	2.2	74.8	22.4	0.6	0.0	2,210	0.0	3.2	75.5	20.7	0.5	0.0	4,869			
笹内川	0.0	16.2	66.7	17.1	0.0	0.0	342	0.0	0.0	65.4	34.6	0.0	0.0	153	0.0	11.2	66.3	22.5	0.0	0.0	495			
日本海 計	0.0	3.3	79.3	17.1	0.2	0.0	4,927	0.0	2.0	76.0	21.4	0.5	0.0	2,804	0.0	2.9	78.1	18.7	0.3	0.0	7,731			
県 計	0.6	5.6	80.5	13.2	0.1	0.0	62,637	0.0	1.7	82.1	15.9	0.3	0.0	71,717	0.3	3.5	81.4	14.7	0.2	0.0	134,354			

※馬淵川は河川捕獲がなかったため調査なし。五戸川は調査なし。

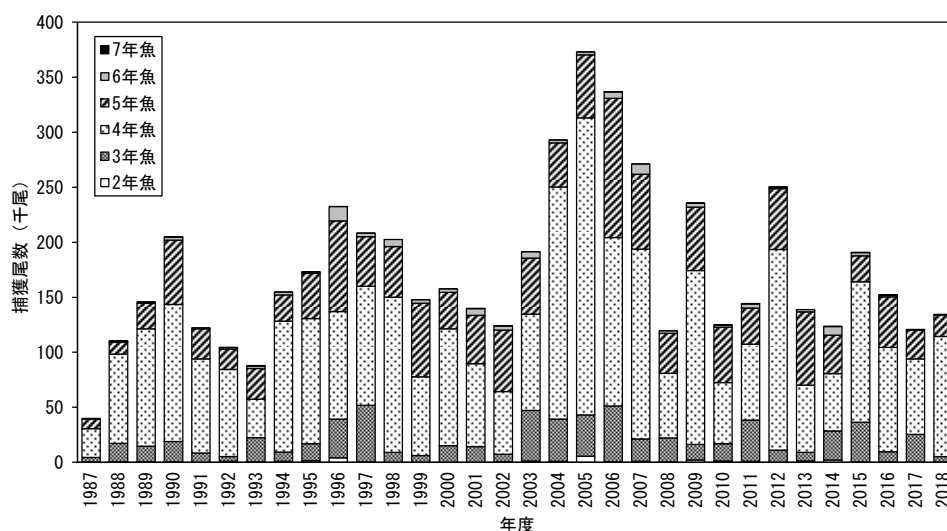


図2. 年齢別河川捕獲親魚尾数の推移（全県）

表 3. 地域別年齢別河川捕獲尾数の推移（1987～2018 年）

地 域	年 度	推定尾数（尾）						河川捕獲 尾数	地 域	年 度	推定尾数（尾）						河川捕獲 尾数	欠測
		2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚				2年魚	3年魚	4年魚	5年魚	6年魚	7年魚		
太平洋	1987	152	2,391	16,238	6,849	230	0	25,860	陸奥湾	1987	13	772	5,825	1,378	70	0	8,058	
	1988	783	13,223	59,393	6,610	664	4	80,677		1988	7	1,763	11,337	3,111	114	8	16,340	
	1989	374	10,761	81,362	16,384	706	0	109,587		1989	136	1,246	11,708	3,799	336	0	17,225	
	1990	321	15,907	93,272	48,604	2,571	0	160,676		1990	78	1,591	10,737	2,975	127	0	15,508	
	1991	0	6,028	75,688	17,010	211	0	98,937		1991	3	1,757	6,567	4,822	163	8	13,320	
	1992	942	2,693	62,718	15,569	1,221	0	83,143		1992	4	1,043	12,520	1,883	150	1	15,601	
	1993	323	19,172	18,606	20,777	1,595	0	60,473		1993	3	1,183	9,914	5,996	584	15	17,695	
	1994	728	6,748	86,584	14,161	1,910	33	110,164		1994	6	405	13,484	5,937	378	0	20,210	
	1995	1,479	12,792	90,029	32,352	1,010	0	137,662		1995	0	398	7,627	4,112	203	0	12,341	
	1996	4,049	32,421	79,409	66,636	11,292	0	193,806		1996	123	803	7,521	6,265	954	6	15,672	
	1997	207	47,474	95,597	39,725	2,675	0	185,678		1997	0	2,728	6,857	3,168	188	0	12,941	
	1998	41	8,270	124,807	42,334	6,153	0	181,605		1998	0	429	11,012	2,683	131	0	14,255清水川・野辺地川	
	1999	94	4,337	58,542	60,808	3,095	57	126,933		1999	0	1,054	8,589	4,601	3	0	14,247清水川	
	2000	74	14,061	87,737	27,599	2,876	78	132,425		2000	0	548	13,847	3,194	286	0	17,875清水川	
	2001	11	12,751	63,320	31,320	5,283	12	112,697		2001	3	483	7,845	8,961	1,039	48	18,380	
	2002	755	4,258	47,253	50,978	3,600	79	106,923		2002	21	1,674	6,218	3,216	159	0	11,288	
	2003	1,280	39,531	65,844	44,041	5,373	2	156,071		2003	15	3,374	14,787	5,076	226	24	23,502	
	2004	722	34,178	172,096	31,290	2,407	0	240,693		2004	174	2,273	22,500	6,731	145	0	31,823野辺地川	
津軽海峡	2005	5,456	32,146	237,861	45,754	1,712	196	323,125	日本海	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	23,190	349	23	103,078		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	
津軽海峡	1987	0	104	422	77	5	0	608	日本海	1987	18	1,023	3,624	526	34	0	5,225	
	1988	3	94	2,030	224	6	0	2,357		1988	3	1,489	8,218	1,014	84	0	10,808	
	1989	0	133	1,584	543	9	0	2,269		1989	22	1,859	12,182	2,516	103	1	16,683	
	1990	0	149	3,708	1,983	91	3	5,934		1990	12	800	16,926	4,809	45	0	22,592	
	1991	0	226	913	358	39	0	1,536		1991	9	406	2,221	5,501	248	0	8,385	
	1992	0	34	1,060	178	2	0	1,274		1992	1	389	2,847	828	262	0	4,327	
	1993	0	31	598	317	14	0	960		1993	1	1,682	6,016	826	59	0	8,584	
	1994	2	26	1,748	649	47	6	2,478		1994	81	1,164	17,446	3,049	224	2	21,966	
	1995	0	26	263	880	45	1	1,214		1995	0	2,056	16,052	3,532	97	0	21,737	
	1996	6	94	807	731	133	0	1,771		1996	59	1,725	10,097	8,600	676	0	21,157	
	1997	0	54	424	168	22	4	672		1997	48	1,280	5,292	2,198	158	5	8,981	
	1998	0	32	271	93	4	0	400		1998	0	290	5,113	849	52	0	6,304	
	1999	0	21	174	101	1	0	297		1999	0	596	4,355	1,432	44	4	6,431笹内川	
	2000	0	76	256	82	5	0	419		2000	8	364	4,483	2,206	70	0	7,131	
	2001	0	60	239	128	19	1	448		2001	4	1,005	3,931	3,377	127	2	8,445	
	2002	0	4	194	63	0	0	261		2002	0	506	3,416	1,669	67	27	5,685	
	2003	0	96	394	179	13	0	682		2003	13	2,879	6,448	1,772	139	0	11,251	
	2004	0	81	939	427	18	0	1,465		2004	9	1,748	15,593	1,534	38	9	18,931	
津軽海峡	2005	0	210	1,301	610	44	5	2,170	日本海	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	583	227	6	0	949		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	

※太平洋地域は五戸川を除く。

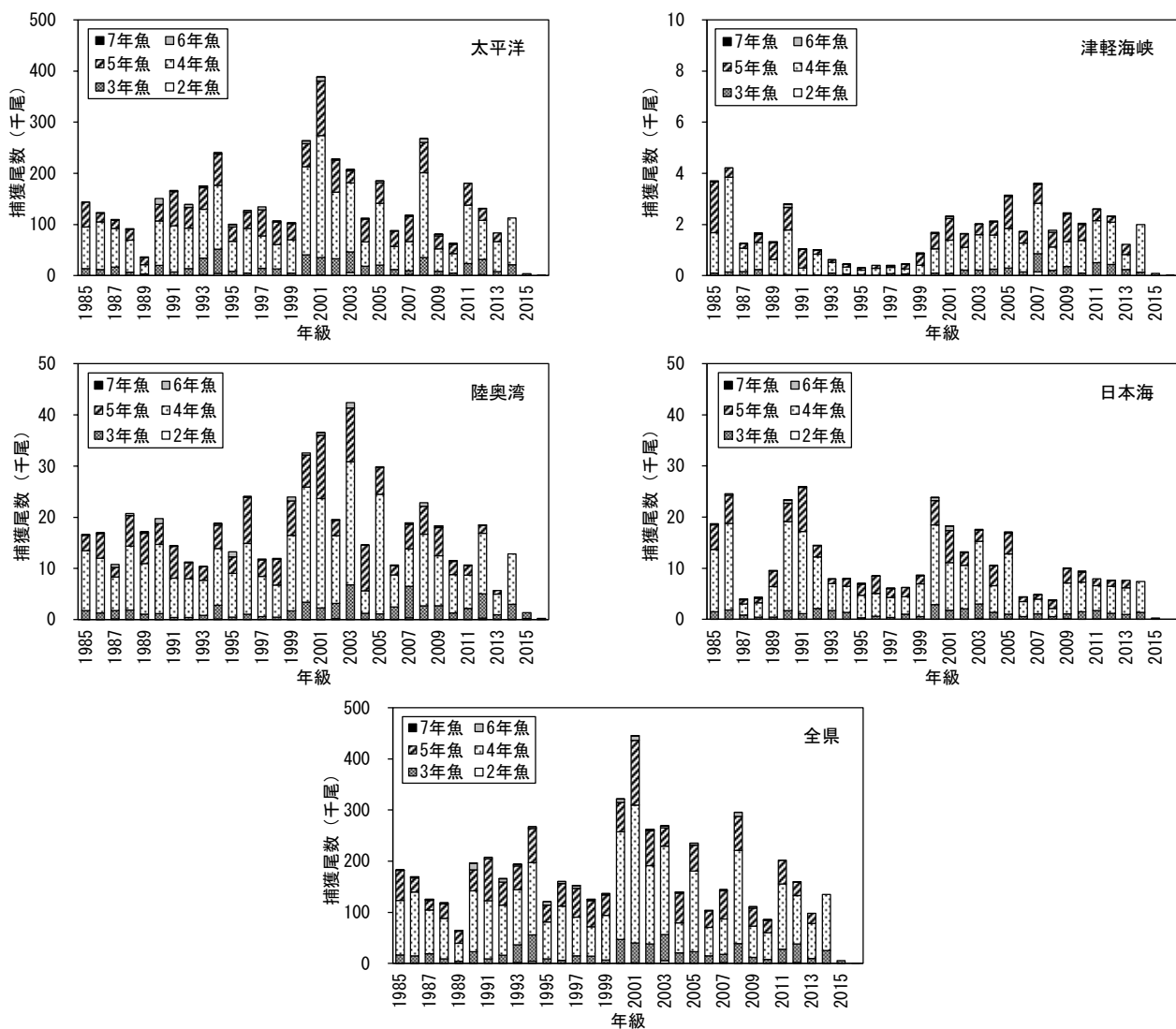


図 3. 年級群別河川捕獲親魚尾数の推移

2018 年度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 2018 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。

2018 年度の全県の平均体重は、3 年魚で雌 2.7kg、雄 2.5kg、4 年魚で雌 3.3kg、雄 3.2kg、5 年魚で雌 3.8kg、雄 3.6kg であった。2012 年度以降、尾叉長、体重ともに増加傾向にあったが、2015 年度に減少に転じていた。2017 年度は全県の体重が雌雄ともに増加した。2018 年度は全県の 3 年魚の体重が雌雄ともに増加した。

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	60.3	2.4	10.7	65.1	3.0	10.7	68.3	3.4	10.5	60.8	2.3	10.3	66.1	3.0	10.3	69.0	3.5	10.4
馬淵川																		
奥入瀬川	66.0	2.9	9.7	69.7	3.4	10.0	73.3	3.9	9.9	65.8	2.7	9.3	70.2	3.4	9.7	72.2	3.8	9.9
老部川（東）	67.0	3.3	10.9	66.6	2.9	9.7	70.0	3.4	9.9				68.2	2.9	9.1	71.0	3.3	9.1
太平洋	65.3	2.8	9.8	68.7	3.3	10.1	72.6	3.8	10.0	65.2	2.6	9.4	69.2	3.3	9.8	71.8	3.7	9.9
大畑川	59.5	2.5	11.4	66.1	2.9	10.0	69.0	3.3	10.0	62.9	2.3	9.0	66.9	2.8	9.1	70.2	3.3	9.5
津軽海峡	59.5	2.5	11.4	66.1	2.9	10.0	69.0	3.3	10.0	62.9	2.3	9.0	66.9	2.8	9.1	70.2	3.3	9.5
川内川	60.9	2.2	9.7	67.3	3.1	10.1	68.8	3.4	10.3	61.5	2.2	9.6	66.9	2.9	9.6	72.5	3.8	9.7
野辺地川	64.4	2.3	8.7	68.7	2.9	8.9	72.7	3.6	9.3	63.5	2.1	7.9	69.7	2.9	8.4	70.6	2.8	8.0
清水川				69.1	3.1	9.3	70.4	3.1	8.8	62.1	2.3	9.5	68.4	2.8	8.7	69.7	2.8	8.2
陸奥湾	62.5	2.3	9.3	67.9	3.0	9.6	71.4	3.5	9.5	62.1	2.2	9.1	68.0	2.9	9.2	71.1	3.1	8.5
赤石川	61.7	2.5	10.8	66.8	3.2	10.6	68.9	3.4	10.5				66.0	2.8	9.5	68.1	3.1	9.6
追良瀬川	58.4	1.9	9.6	65.4	2.8	10.1	67.9	3.2	10.2	59.1	2.0	9.6	65.2	2.6	9.4	69.0	3.1	9.3
世内川				67.1	2.5	8.3	72.9	3.4	8.7	58.0	1.7	8.7	67.3	2.9	9.3	69.0	3.0	9.1
日本海	58.9	2.0	9.8	65.7	2.9	10.1	68.4	3.3	10.1	58.7	1.9	9.3	65.7	2.7	9.4	68.7	3.1	9.3
県	64.4	2.7	9.7	68.5	3.3	10.1	72.3	3.8	10.0	64.0	2.5	9.3	68.8	3.2	9.7	71.4	3.6	9.7

※馬淵川は河川捕獲がなかったため調査なし。

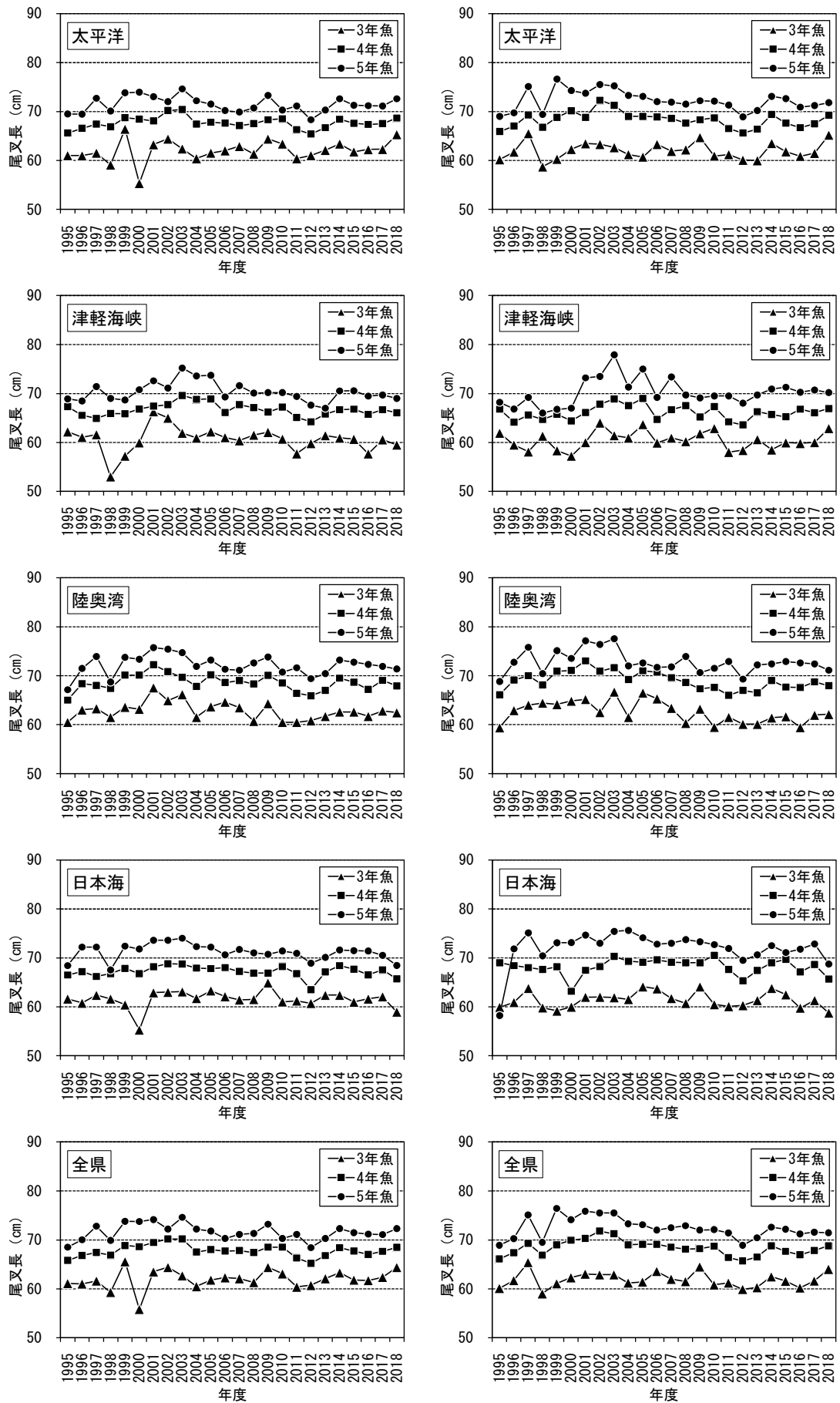


図4. 地域別捕獲親魚平均尾叉長の推移（左：雌、右：雄）

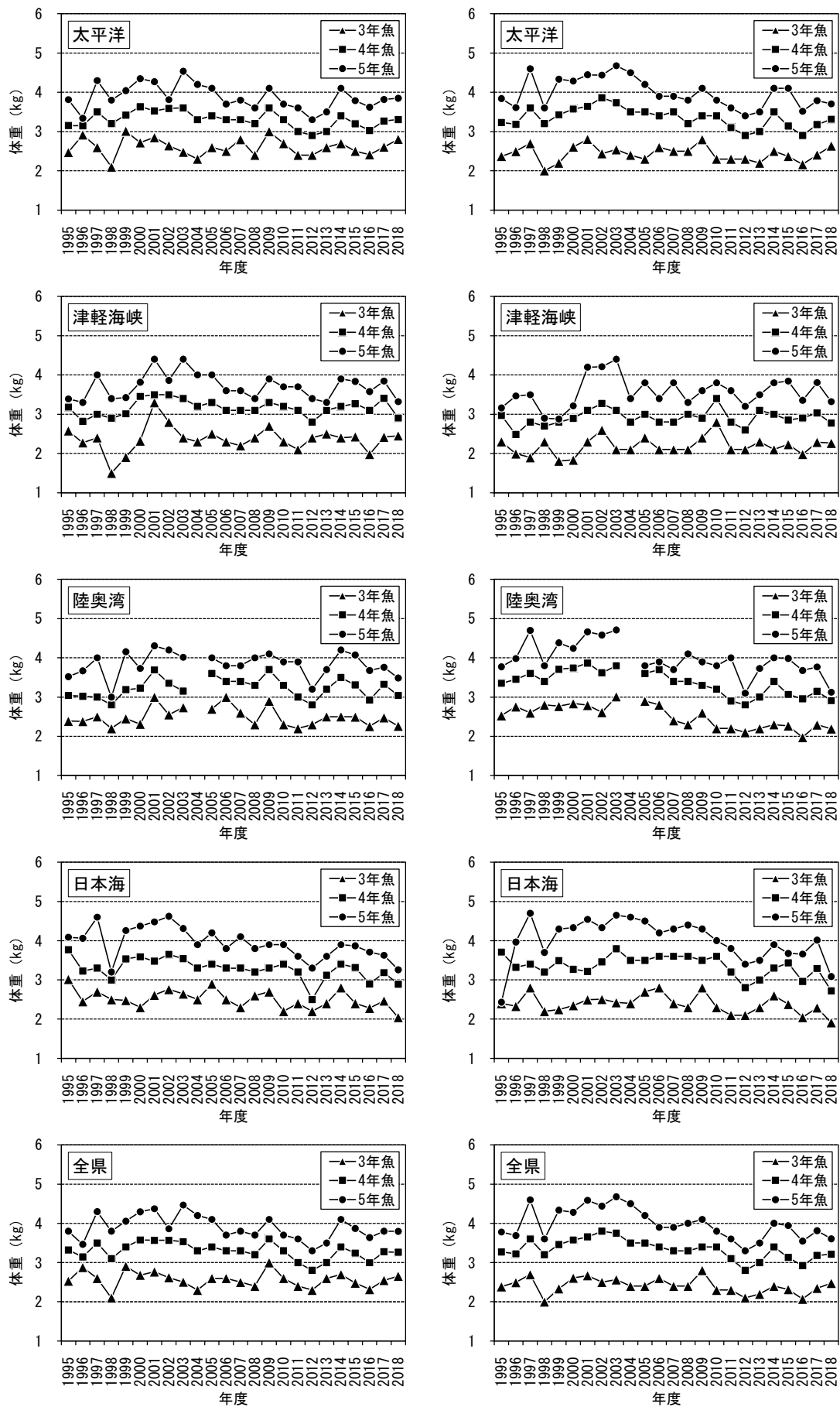


図5. 地域別捕獲親魚平均体重の推移（左：雌、右：雄）

2. 繁殖形質調査

2018 年度は馬淵川においてヤナの設置ができず河川捕獲がなかったため、例年 11 月に東北水研と共同で行っている馬淵川繁殖形質調査は中止となった。

3. 増殖実態調査

地域別放流稚魚の測定結果を表 6 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 0.6g、津軽海峡で 0.6g、陸奥湾で 1.2g、日本海で 0.7g となっていた。1g 以上の割合は、太平洋が 6.4%、津軽海峡が 0.7%、陸奥湾が 46.5%、日本海が 13.1%となっていた。

地域別の適期・適サイズ放流モデル（山日ら²⁾ 作成）へ 2018 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 5.2%、津軽海峡 18.3%、陸奥湾 41.6%、日本海 11.1%と陸奥湾で最も高かった。

太平洋側の飼育水温が高いふ化場では 1 月下旬には 1 ラウンドの種苗が放流サイズに達し、適期前に順次放流しているため、適期での放流は少ない。奥入瀬川ふ化場では捕獲が 11 月中旬から 12 月中旬に集中することから早期卵の移入などにより、11 月以前の資源を造成していく必要がある。一方、太平洋側の老部川、陸奥湾の野辺地川第 2 ふ化場、日本海側の追良瀬川、笹内川のふ化場は飼育水温が低いため、11 月下旬から 12 月上旬以降に採卵したものは成長が遅く、適期・適サイズでの放流となっていない。このような状況を改善すべく、自河川の早期群の再構築や太平洋からの早期卵の移殖³⁻⁴⁾、卵管理期間の短縮⁵⁻⁶⁾により稚魚の適期放流に努め、回帰資源の増大を図る必要がある。

表 6. 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	2003	74,163	69.5	44.0	1.1	48	1/21	～ 5/19	12.3
	2004	76,369	80.1	49.0	1.1	49	1/20	～ 5/25	16.5
	2005	77,793	81.8	55.2	1.1	49	1/15	～ 5/30	23.1
	2006	79,977	78.7	44.5	1.1	49	1/6	～ 5/31	44.5
	2007	76,442	72.6	43.9	1.1	49	1/20	～ 5/28	21.8
	2008	69,868	68.5	43.7	1.0	48	1/15	～ 5/15	30.4
	2009	75,747	63.0	36.3	1.0	47	1/6	～ 5/14	0.0
	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
津軽海峡	2003	4,570	68.0	38.0	0.9	50	3/16	～ 4/30	31.9
	2004	4,369	85.0	46.3	1.1	49	3/4	～ 4/29	13.7
	2005	4,598	88.9	54.5	1.1	50	3/7	～ 4/30	27.9
	2006	4,460	87.7	53.5	1.1	50	3/9	～ 4/30	53.5
	2007	4,675	97.1	59.5	1.1	50	3/25	～ 4/30	47.3
	2008	3,400	87.1	42.4	1.1	50	3/27	～ 4/28	31.5
	2009	4,702	95.1	59.5	1.1	48	3/16	～ 4/26	9.5
	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
陸奥湾	2003	27,773	89.3	63.2	1.2	51	1/17	～ 4/19	54.8
	2004	31,947	83.6	48.1	1.1	52	1/7	～ 4/21	22.2
	2005	28,400	93.9	70.1	1.2	52	2/11	～ 4/28	20.0
	2006	27,608	89.6	70.7	1.4	51	1/30	～ 4/25	70.7
	2007	25,676	84.7	59.7	1.1	51	3/6	～ 4/28	64.0
	2008	22,124	86.3	53.3	1.1	51	1/23	～ 4/24	55.4
	2009	29,821	86.9	67.3	1.2	52	2/7	～ 4/26	21.6
	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
日本海	2003	27,902	52.9	22.4	0.8	48	3/4	～ 4/13	10.0
	2004	30,351	83.3	43.4	1.1	50	2/2	～ 4/30	21.4
	2005	28,778	85.4	59.0	1.2	50	2/9	～ 4/11	34.3
	2006	30,302	78.6	49.1	1.1	50	1/10	～ 4/13	49.1
	2007	29,097	70.6	44.6	1.0	49	2/4	～ 4/15	15.1
	2008	23,446	87.9	65.6	1.2	48	2/14	～ 4/22	20.8
	2009	30,589	74.0	43.7	1.0	47	2/1	～ 4/16	9.3
	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

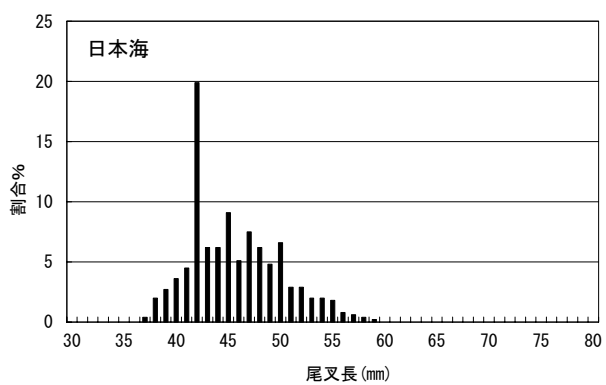
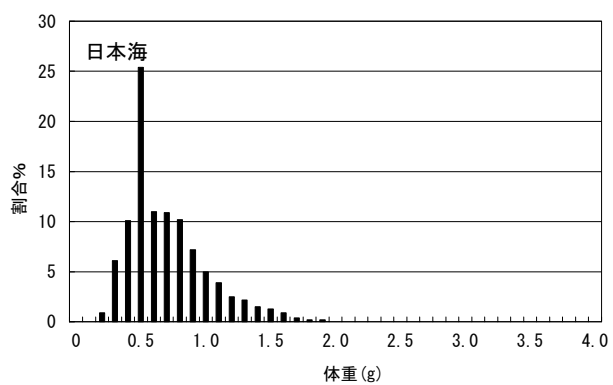
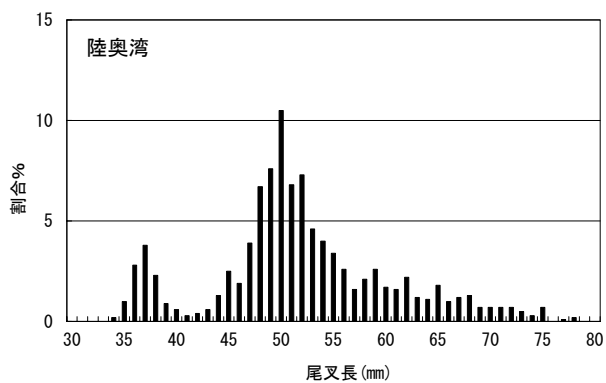
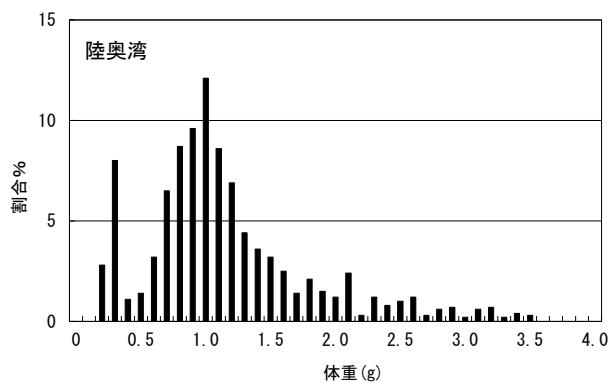
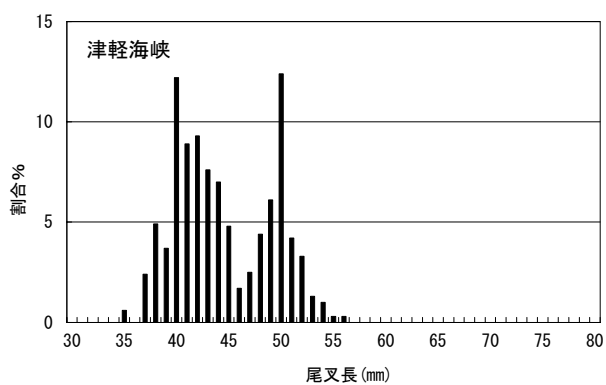
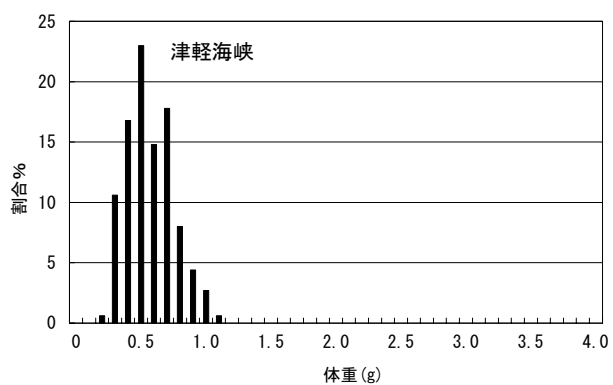
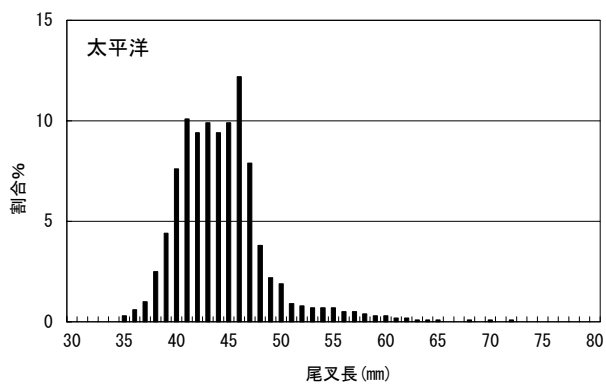
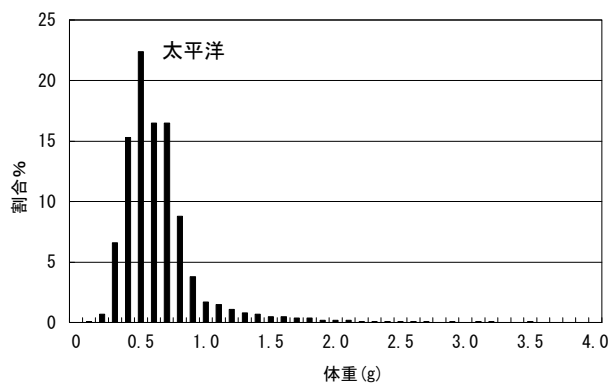


図 6. 地域別放流稚魚の体重組成

図 7. 地域別放流稚魚の尾叉長組成

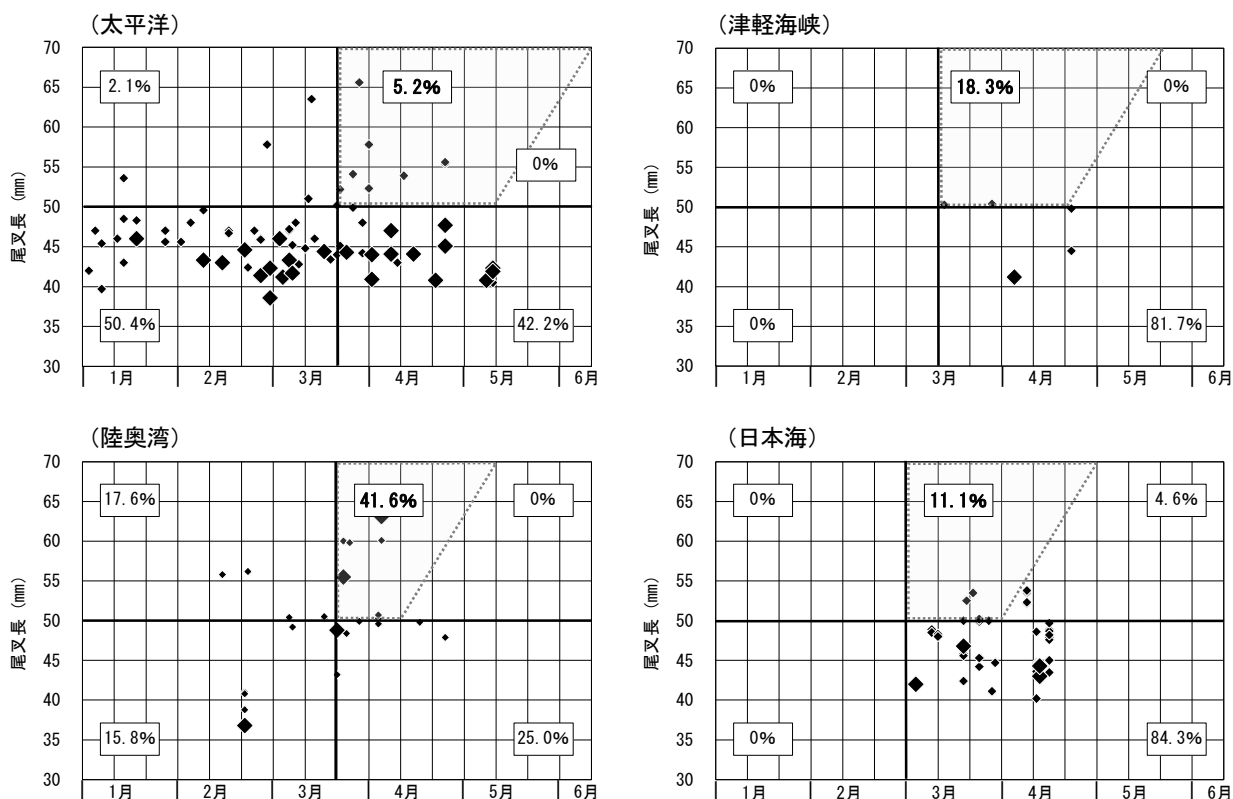


図 8. 2018 年度地域別稚魚放流状況

(◆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) 松谷紀明 (2021) さけ・ます資源増大対策事業 (サケ). 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, 21-32.
- 2) 山日達道・山内壽一・榎 昌文 (1996) ウ. 放流状況調査. 平成 6 年度さけ・ます資源管理・効率化推進事業実施結果, 28-45.
- 3) 相坂幸二・静 一徳・蛭名政仁 (2017) 日本海地区さけ早期群造成実証試験. 平成 26 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 86-87.
- 4) 白板孝朗・静 一徳・長崎勝康 (2020) 日本海地区さけ早期群造成実証試験. 平成 27 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 81-82.
- 5) 松谷紀明 (2021) 未来につなぐさけ漁業推進事業 (閉鎖循環型サケ卵管理システム実証試験). 平成 28 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 61-67.
- 6) 松谷紀明 (2021) 未来につなぐさけ漁業推進事業 (閉鎖循環型サケ卵管理システム実証試験). 平成 29 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 54-59.

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冬期の成長、生残、春期の降海状況を明らかにする。

材料と方法

2017 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に 55,625 尾、川内川支流八木沢に 55,625 尾、追良瀬川本流に 53,000 尾、追良瀬川支流オサナメ沢に 5,000 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、2017 年 11 月～12 月に 1 回、2018 年 4 月～5 月に 1 回～2 回、2018 年 6 月～7 月に 1 回の計 3 回～4 回、放流魚を電気ショッカーで採捕した。採捕魚は標識の確認、尾叉長、体重の測定を行い再放流した。Program CAPTURE の Mbh モデル (Pollock and Otto, 1983) ¹⁾を用いて、2 回除去法により生息密度を推定した。老部川の生息密度の推定には 3 定点の 1 回目平均採捕尾数、2 回目平均採捕尾数を用いた。平均採捕尾数の算出の際には、各定点の調査面積が 500 m² になるように調整した採捕尾数（各定点採捕尾数÷各定点調査面積×500）を用いた。

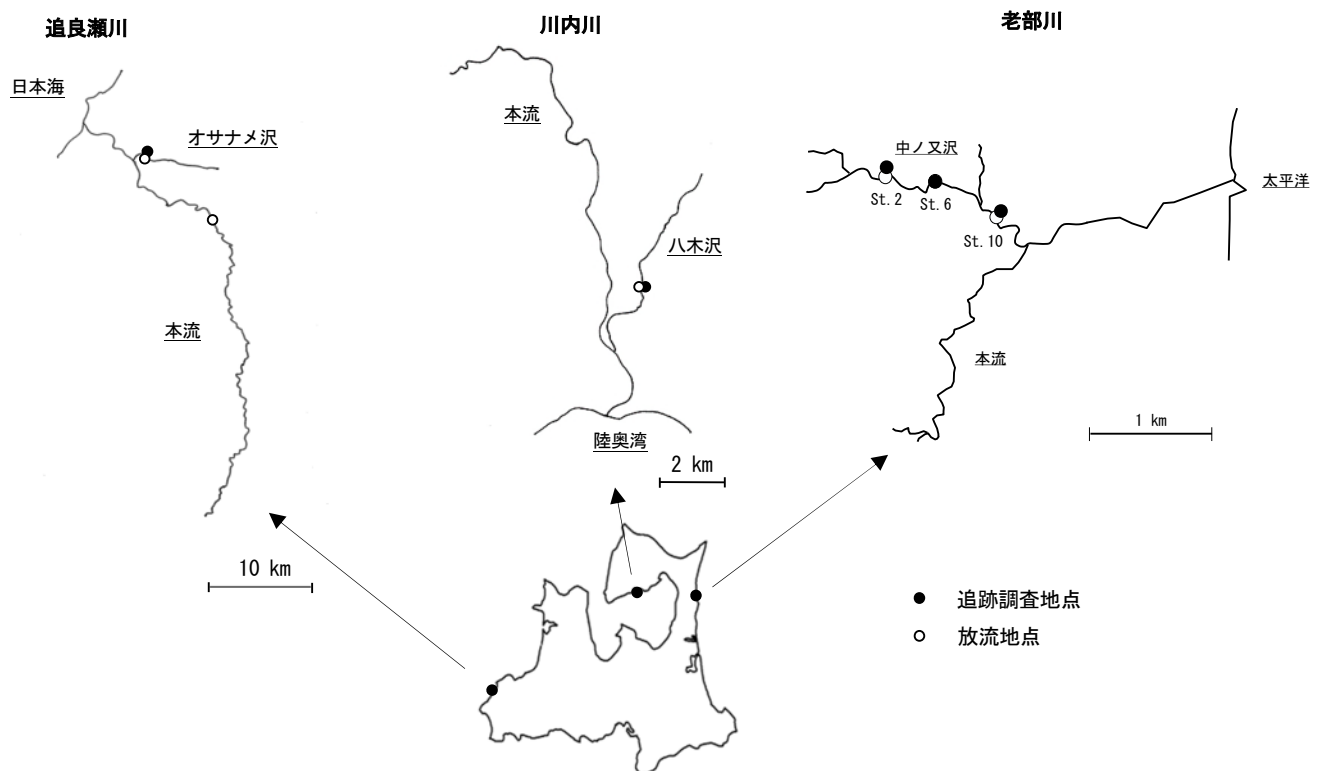


図 1. サクラマス 0⁺秋放流魚の放流地点及び追跡調査地点

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 12 月の平均尾叉長は 9.0 cm～9.6 cm であった（表 2）。4 月に 9.1 cm～9.4 cm、5 月に 9.8 cm～10.1 cm、6 月に 10.0 cm～11.3 cm となり、経時的に上昇した。生息密度は 11 月の 0.240 尾/m² から 4 月の 0.124 尾/m² に低下し（11 月の 51.7%）、主に冬期の減耗によるものと考えられた（図 2）。7 月の生息密度は 0.030 尾/m² で（4 月の 12.5%）、4 月から低下し、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 11 月の平均尾叉長は 10.0 cm であった（表 3）。4 月に 10.5 cm、7 月に 12.8

cm となり、経時的に上昇した。生息密度は 11 月の 0.209 尾/㎡から、4 月に 0.012 尾/㎡に低下し、主に冬期の減耗によるものと考えられた（図 2）。7 月の生息密度は 0.019 尾/㎡で、4 月からほとんど変化しなかった。昨年も同様の現象が確認されている²⁾。この要因として八木沢は春の融雪による出水が大きいため、出水による移動の影響が大きいことが推察された。

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 9.3 cm であった（表 4）。4 月に 10.1 cm、7 月に 13.8 cm となり、経時的に上昇した。生息密度は 11 月の 0.217 尾/㎡から、4 月に 0.032 尾/㎡に低下し、主に冬期の減耗によるものと考えられた（図 2）。6 月の生息密度は 0.036 尾/㎡で、4 月からほとんど変化しなかった。この要因として川内川支流八木沢と同様に、オサナメ沢も春の融雪による出水が大きいため、その影響が推察された。

表 1. 2016 年級サクラマス標識放流結果

ふ化場名	履歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数 (尾)	放流魚体		標識部位	測定機関
							平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)		
老部川内水面漁協	遡上系	2016	老部川	中ノ又沢（中ノ又橋）	2017/10/16	30,000	9.0	10.0	脂鰭	老部川内水面漁協
	遡上系	2016	老部川	中ノ又沢（北ノ又沢合流点）	2017/10/16	25,625	9.0	10.0	脂鰭	
川内町内水面漁協	池産系	2016	川内川	八木沢	2017/10/26	23,890	9.1	10.2	脂鰭	川内町内水面漁協
	池産系	2016	川内川	八木沢	2017/10/31	31,735	9.6	10.6	脂鰭	
追良瀬内水面漁協	遡上系・海産系	2016	追良瀬川	本流	2017/11/1	53,000	—	11.1	脂鰭	追良瀬内水面漁協
	遡上系・海産系	2016	追良瀬川	オサナメ沢	2017/11/1	5,000	—	11.1	脂鰭	

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	2017年12月7日	2018年4月4日	2018年5月22日	2018年6月6日
水温（℃）	4.1	4.8	12.8	15.0
測定尾数	52	43	3	2
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	52/0/0/0/0	18/21/4/0/0	3/0/0/0/0	2/0/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	9.0±1.0	9.4±1.0	9.8±0.5	11.3±1.2
平均体重±SD（g）	7.0±2.2	9.7±3.9	13.5±2.2	18.3±6.6
平均肥満度±SD	9.3±0.6	10.9±1.9	14.4±0.7	12.5±0.6

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	2017年12月7日	2018年4月4日	2018年6月6日
水温（℃）	3.5	5.4	14.7
測定尾数	59	36	10
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	59/0/0/0/0	26/9/1/0/0	10/0/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	9.0±0.9	9.1±1.0	10.0±1.2
平均体重±SD（g）	7.1±2.2	7.8±2.7	13.3±4.9
平均肥満度±SD	9.5±0.8	9.8±1.4	12.7±1.5

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	2017年12月7日	2018年4月4日	2018年5月22日	2018年6月7日
水温（℃）	4.5	6.2	11.7	12.4
測定尾数	154	62	24	26
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	154/0/0/0/0	39/12/11/0/0	17/2/0/0/5	21/0/0/0/5
平均尾叉長±SD（cm）	9.6±1.0	9.2±1.2	10.1±1.2	10.5±0.9
平均体重±SD（g）	8.8±2.8	9.1±3.8	13.1±4.4	14.4±3.5
平均肥満度±SD	9.7±0.8	11.2±1.3	12.6±1.3	12.4±1.2

表 3. 0⁺秋放流魚追跡調査結果（川内川、八木沢）

調査日	2017年11月10日	2018年4月26日	2018年7月2日
水温（℃）	8.9	8.9	17.0
測定尾数	89	4	11
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	87/2/0/0/0	0/4/0/0/0	10/1/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	10.0±0.5	10.5±0.8	12.8±1.3
平均体重±SD（g）	10.2±1.7	12.8±3.1	24.9±8.3
平均肥満度±SD	10.1±0.7	11.1±1.6	11.5±1.3

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	2017年12月9日	2018年4月18日	2018年7月10日
水温（℃）	3.9	8.0	14.1
測定尾数	40	7	5
相分化（P/SP/PS/MS/LS）	39/1/0/0/0	0/7/0/0/0	5/0/0/0/0
平均尾叉長±SD（cm）	9.3±1.2	10.1±0.5	13.8±0.5
平均体重±SD（g）	8.0±3.2	12.7±2.2	36.7±3.0
平均肥満度±SD	9.4±0.6	12.1±0.9	14.0±1.0

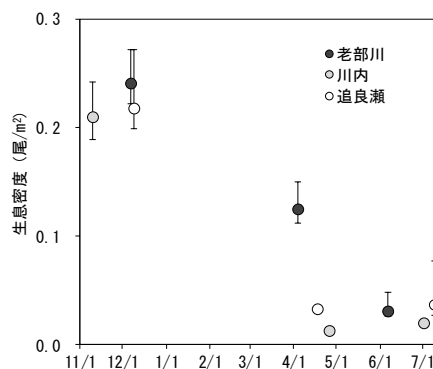


図 2. 0⁺秋放流魚生息密度（老部川、川内川、追良瀬川）エラーバー：95%信頼区間

謝 辞

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

文 献

- 1) Pollock, K.H., and Otto, M.C. (1983) Robust estimation of population size in closed animal populations from capture-recapture experiments. *Biometrics*, 39(4), 1035-1049.
- 2) 静一徳 (2021) サクラマス 0⁺秋放流魚追跡調査. 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, 33-34.

サクラマス幼魚回遊生態調査

静 一 徳

目 的

サクラマスの放流条件、資源変動要因検討のため、北上期のサクラマス幼魚の回遊生態を把握する。

材料と方法

2018年3月～6月に関根浜にて小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、解凍後、魚種判別と、日付別の尾数を確認した。なお操業はしたがサクラマス幼魚の入網は0尾であった場合のデータ（0データ）は取得していない。また3月から定置網に水温ロガーを設置し、日平均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

採捕数は合計59尾であった。サクラマス幼魚の入網があった日の入網数は1尾～7尾であった。

5月15日に最大の7尾が入網し、表層水温は11.7℃であった。6月2日に最後の入網があり、表層水温は13.2℃であった。過去の調査でも、表層水温13℃前後を境にサクラマス幼魚の入網が無くなることが確認されており¹⁾、関根浜地区における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。

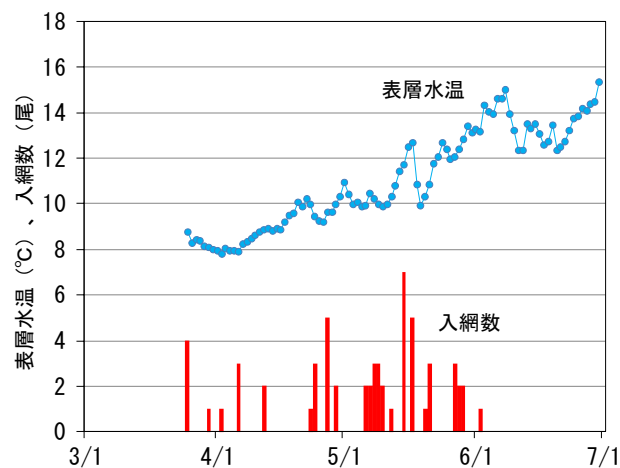


図2. サクラマス幼魚旬別採捕数

謝 辞

調査にご協力いただいた関根浜漁業協同組合の高橋専務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

2018年9月2日～9月29日の期間に雄100尾、雌154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鰭カットと脂鰭＋右腹鰭カット、脂鰭＋左腹鰭カットであった。9月25日～10月22日の間、雌149尾から419千粒を採卵した。捕獲親魚254尾の内、標識魚は113尾であった（表1、表2）。

2017年10月16日に老部川支流の中ノ又沢へ、脂鰭カットした2016年級幼魚を55,625尾放流した（0⁺秋放流、表3）。2018年5月10日～5月25日にふ化場の人工河川から老部川本流へ、脂鰭＋左腹鰭または右腹鰭カットした1⁺スモルト幼魚を65,639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（2018年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数（千粒）
9月2日	63	49	0	112			
9月9日	70	40	0	110			
9月16日	16	8	0	24			
9月23日	1	1	0	2			
9月25日					47	10	140.0
9月28日	3	2	0	5			
9月29日	1	0	0	1			
10月2日					43	12	118.0
10月9日					41	12	110.0
10月15日					12	10	34.0
10月22日					6	7	17.0
計	154	100	0	254	149	51	419.0

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（2018年）

標識部位	尾数				平均尾叉長（cm）±標準偏差		平均体重（kg）±標準偏差		由来
	♀	♂	不明	計	♀	♂	♀	♂	
無	96	45	0	141	53.8±3.8	55.6±7.2	1.7±0.4	1.8±0.7	野生魚＋無標識放流魚
脂鰭カット	12	14	0	26	53.3±3.9	60.0±4.1	1.7±0.4	2.4±0.5	0 ⁺ 秋放流魚
脂鰭＋左腹鰭カット	37	34	0	71	52.0±4.6	57.5±6.5	1.7±0.5	2.0±0.8	1 ⁺ スモルト放流魚
脂鰭＋右腹鰭カット	9	7	0	16	51.2±3.5	56.4±3.3	1.5±0.3	1.8±0.4	1 ⁺ スモルト放流魚
計	154	100	0	254	53.1±4.0	56.8±6.2	1.7±0.4	1.9±0.7	

表 3. 老部川における2016年級サクラマス放流結果

ふ化場名	履 歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数（尾）	放流魚体		標識部位
							平均尾叉長（cm）	平均体重（g）	
老部川内水面漁協	遡上系	2016	老部川	中ノ又沢（中ノ又橋）	2017/10/16	30,000	9.0	10.0	脂鰭
	遡上系	2016	老部川	中ノ又沢（北ノ又沢合流点）	2017/10/16	25,625	9.0	10.0	脂鰭
	遡上系	2016	老部川	本流（人工河川）	2018/5/10	15,000	12.0	20.0	脂鰭＋左腹鰭
	遡上系	2016	老部川	本流（人工河川）	2018/5/11	15,074	12.0	20.0	脂鰭＋左腹鰭
	遡上系	2016	老部川	本流（人工河川）	2018/5/17	25,565	12.5	21.0	脂鰭＋右腹鰭
	遡上系	2016	老部川	本流（人工河川）	2018/5/25	10,000	13.1	23.5	脂鰭＋右腹鰭

2. 川内川

2018年7月27日に雄3尾、雌13尾、雌雄不明5尾のサクラマス親魚が採捕された。9月24日～10月8日に、雌5尾から8.6千粒を採卵した。採卵時に確認された標識は脂鰭カットと脂鰭＋左腹鰭カットであった。標識調査した親魚5尾の内、標識魚は3尾であった（表4、表5）。

2017年10月26日、31日に川内川支流の八木沢へ、脂鰭カットした2016年級幼魚を55,625尾放流した（0⁺秋放流、表6）。2018年5月18日～5月30日に川内川本流へ、脂鰭＋左腹鰭カットした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（2018年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数（千粒）
7月27日	13	3	5	21			
9月24日					1		1.2
9月26日					1	データ	2.8
10月4日					1	なし	2.5
10月8日					2		2.1
計	13	3	5	21	5	1	8.6

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（2018年）

標識部位	尾数				平均尾叉長（cm）±標準偏差		平均体重（kg）±標準偏差		由来
	♀	♂	不明	計	♀	♂	♀	♂	
無	2	0	0	2	50.2±6.9	—	1.3±0.3	—	野生魚＋無標識放流魚
脂鰭カット	2	0	0	2	45.6±4.5	—	0.9±0.3	—	0 ⁺ 秋放流魚
脂鰭＋左腹鰭カット	1	0	0	1	50.5	—	1.4	—	1 ⁺ スモルト放流魚
計	5	0	0	5	48.4±4.8	—	1.1±0.3	—	

表6. 川内川における2016年級サクラマス放流結果

ふ化場名	履歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数（尾）	放流魚体		標識部位
							平均尾叉長（cm）	平均体重（g）	
川内町内水面漁協	池産系	2016	川内川	八木沢	2017/10/26	23,890	9.1	10.2	脂鰭
	池産系	2016	川内川	八木沢	2017/10/31	31,735	9.6	10.6	脂鰭
	遡上系	2016	川内川	川内川	2018/5/18	4,600	18.9	27.9	脂鰭＋左腹鰭
	池産系	2016	川内川	川内川	2018/5/18	2,192	15.6	20.8	脂鰭＋左腹鰭
	池産系	2016	川内川	川内川	2018/5/30	43,208	—	18.6	脂鰭＋左腹鰭

3. 追良瀬川

2018年6月19日～7月7日に雌雄不明12尾のサクラマス親魚が採捕された。採卵までに11尾が生残し、雄1尾、雌10尾であった。

9月28日～10月19日に雌10尾から22千粒を採卵した。採卵時に確認された標識は脂鰭カットと脂鰭＋左腹鰭カットであった。標識調査した親魚8尾の内、標識魚は4尾であった（表7、表8）。

2017年11月1日に追良瀬川本流と支流オサナメ沢へ、脂鰭カットした2016年級幼魚を58,000尾放流した（0⁺秋放流、表9）。2018年4月23日に追良瀬川本流へ、脂鰭＋右腹鰭カットした1⁺スモルト幼魚を57,000尾放流した（表9）。

表7. 追良瀬川のサクラマス親魚採捕と採卵状況（2018年）

月日	親魚採捕（尾）				採卵（尾）		
	♀	♂	不明	計	♀	♂	採卵数（千粒）
6月19日	0	0	1	1			
6月21日	0	0	2	2			
6月23日	0	0	2	2			
6月26日	0	0	1	1			
6月28日	0	0	2	2			
6月30日	0	0	1	1			
7月3日	0	0	2	2			
7月7日	0	0	1	1			
9月28日					4	1	10.0
10月5日					3	0	6.0
10月12日					2	0	4.5
10月19日					1	0	1.6
計	0	0	12	12	10	1	22.1

表8. 追良瀬川における捕獲親魚標識部位別尾数と平均魚体サイズ（2018年）

標識部位	尾数				平均尾叉長（cm）±標準偏差		平均体重（kg）±標準偏差		由来
	♀	♂	不明	計	♀	♂	♀	♂	
無	3	1	0	4	51.2±6.3	49.5	1.6±0.6	1.2	野生魚＋無標識放流魚
脂鰭カット	2	0	0	2	49.0±0.0	—	1.3±0.0	—	0 ⁺ 秋放流魚
脂鰭＋左腹鰭カット	2	0	0	2	50.2±3.1	—	1.5±0.3	—	1 ⁺ スモルト放流魚
計	7	1	0	8	50.3±3.9	49.5	1.5±0.4	1.2	

表 9. 追良瀬川における 2016 年級サクラマス放流結果

ふ化場名	履 歴	採卵年	放流河川	放流場所	放流年月日	放流数 (尾)	放流魚体		標識部位
							平均尾叉長 (cm)	平均体重 (g)	
追良瀬内水面漁協	遡上系・海産系	2016	追良瀬川	本流	2017/11/1	53,000	-	11.1	脂鰭
	遡上系・海産系	2016	追良瀬川	オサナメ沢	2017/11/1	5,000	-	11.1	脂鰭
	遡上系・海産系・池産系（川内川）	2016	追良瀬川	本流	2018/4/23	57,000	-	-	脂鰭＋右腹鰭

謝 辞

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

サクラマス資源評価調査

静 一 徳

目 的

サクラマス資源評価のため、サクラマスの海面での漁獲状況と河川での再生産状況を把握する。なお、本調査は水産庁の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～2018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. 2017年級野生魚調査

(1) 期間：2018年4月～2018年7月

(2) 場所：老部川本流1地点・支流3地点、川内川支流6地点、追良瀬川支流2地点、追良瀬川3支流（環境観察のみ）

(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。また追良瀬川の3支流においてサクラマス遡上親魚の産卵環境があるか観察した。

3. 2018年産卵床調査

(1) 期間：2018年9月～2018年11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。

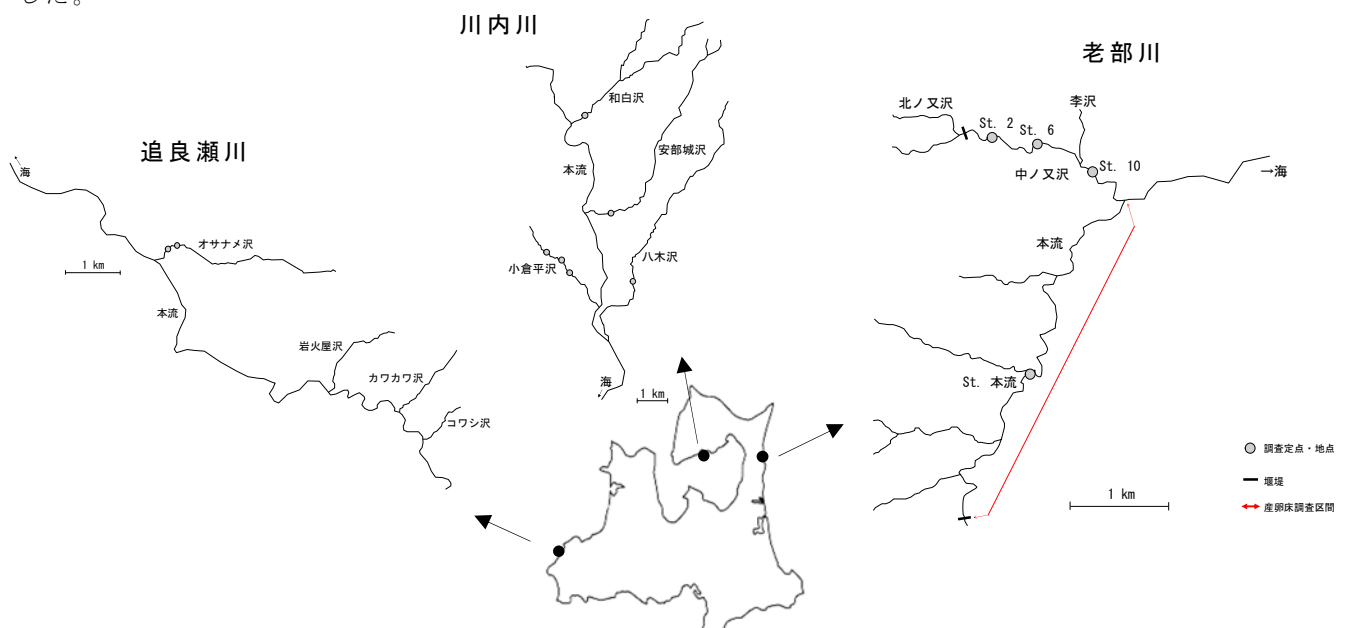


図 1. 調査区域図（堰堤は老部川のみで図示）

結果と考察

1. 漁獲量調査

青森県におけるサクラマス漁獲量は、1980年代の300トン～400トン台から1990年以降、減少傾向を示した（図2）。2000年以降は年変動が大きくなり、65トン～379トンで推移した。海域別では日本海、陸奥湾、津軽海峡西部で明確な減少傾向が認められた。2018年の漁獲量は208トンであった。

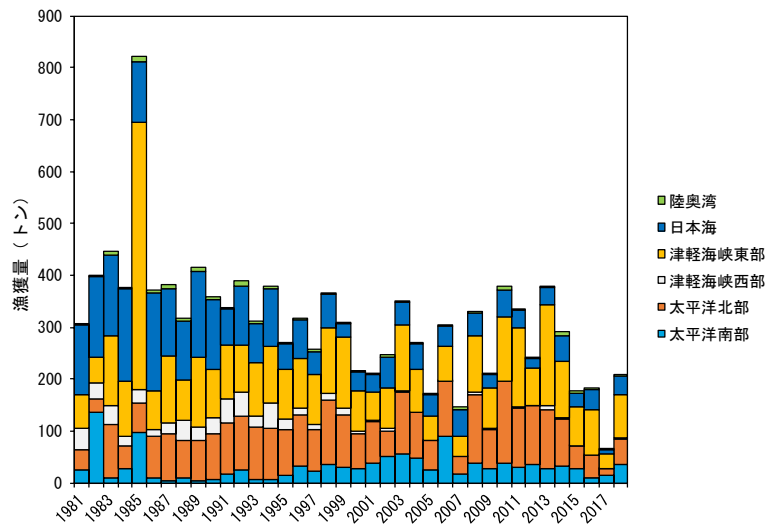


図 2. 海域別サクラマス漁獲量（青森県）

2. 2017 年級野生魚調査

老部川では調査期間中の全定点の生息密度は 0.027 尾/㎡～0.205 尾/㎡の範囲であった（表 1）。調査定点間で比較すると、本流の生息密度が高い傾向にあった。調査月間で比較すると、5 月、6 月と比較して 4 月の生息密度が低い傾向にあった。また 4 月は定点間の生息密度のバラつきが大きかった。これらの要因として、4 月は浮上が未完了なことや、融雪増水による分散の途上にあり生息密度の流動性が高いことが推察された。よって老部川における春期の 0+野生魚の調査時期としては融雪増水が終了した後の 5 月下旬～6 月が適していると考えられた。

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 (㎡)	個体数 (尾)						生息密度 (尾/㎡)				
			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
2018/4/4	2	369.965	8	1	9	10	1.41	10	16	0.027	0.004	0.027	0.043
2018/4/4	6	386.400	33	1	34	35	1.41	35	41	0.091	0.004	0.091	0.106
2018/4/4	10	680.000	16	10	26	36	4.47	31	49	0.053	0.007	0.046	0.072
2018/4/5	本流	268.590	20	8	28	36	4.00	32	48	0.134	0.015	0.119	0.179
2018/5/22	2	369.965	14	5	19	24	3.16	21	34	0.065	0.009	0.057	0.092
2018/5/22	10	680.000	31	31	62	93	7.87	81	112	0.137	0.012	0.119	0.165
2018/6/6	2	369.965	10	10	20	30	4.47	25	43	0.081	0.012	0.068	0.116
2018/6/6	6	386.400	21	4	25	29	2.83	27	38	0.075	0.007	0.070	0.098
2018/6/7	10	680.000	47	14	61	75	5.29	68	89	0.110	0.008	0.100	0.131
2018/6/7	本流	268.590	33	11	44	55	4.69	49	68	0.205	0.017	0.182	0.253

川内川、追良瀬川では電気ショッカーで調査可能な支流における 0+野生魚の生息密度が著しく小さかった（表 2）。

追良瀬川の岩火屋沢は水量がほとんど無く、カラカワ沢、コワシ沢は川幅の狭い急流であるため、サクラマスの産卵環境はほとんど無いと思われた。これらのことから川内川、追良瀬川は野生魚のモニタリングには不適と考えられた。

表 2. サクラマス野生魚調査結果（川内川、追良瀬川）

採捕数の（）は採捕回次別の採捕数（1回目、2回目）

年月日	河川	支流名	調査面積または区間長	採捕回数（回）	採捕数（尾）
2018/4/26	川内川	八木沢	322 m ²	2	1 (1, 0)
2018/7/2	川内川	八木沢	568 m ²	2	3 (1, 2)
2018/4/26	川内川	小倉平沢/上流	50 m～80 m	1	0
2018/4/26	川内川	小倉平沢/中流	50 m～80 m	1	0
2018/4/26	川内川	小倉平沢/下流	50 m～80 m	1	0
2018/7/2	川内川	安部城沢	499 m ²	1	0
2018/7/3	川内川	和白沢	436 m ²	1	3
2018/4/18	追良瀬川	オサナメ沢/上流	174 m ²	2	0
2018/4/18	追良瀬川	オサナメ沢/下流	221 m ²	2	0
2018/7/10	追良瀬川	オサナメ沢/下流	221 m ²	2	0

3. 2018 年産卵床調査

9月4日、10月12日、11月7日に調査を実施したが、9月下旬以降、台風による増水が相次ぎ、産卵盛期と思われる9月下旬～10月上旬に調査が実施できなかった。また10月12日、11月7日の調査ではサケが上流まで多数遡上しており産卵床を形成していた。サケの多数の遡上は、10月1日の台風24号での増水により、下流のサケ捕獲ヤナが流出した影響と考えられた。サケとサクラマスの産卵床は似通っていたため、サクラマスの産卵床が混在していたとしても判別が困難であった。さらに10月12日の調査時には10月上旬までの増水による河床攪乱により、サクラマス産卵床の可能性が高い、古い産卵床（サケ親魚が周辺におらず、産卵床の構造は崩壊しているものの、石が裏返っており産卵床の痕跡があるもの）は3床確認できるのみであった。よって2018年のサクラマス産卵床数は確定できなかった。これらから老部川における産卵床数調査においてはサケの産卵床との判別と、増水による産卵床攪乱が課題となった。

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、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.

資源管理基礎調査事業（ヤマトシジミ）

長崎 勝康・静 一徳・松谷 紀明

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2018年8月28日と31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2018年8月1日と2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。

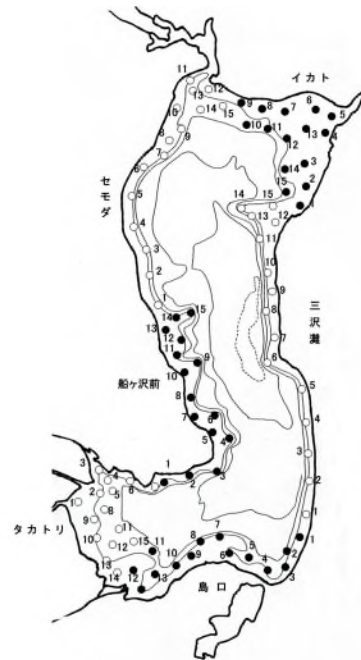


図1. 小川原湖のヤマトシジミ現存量調査地点

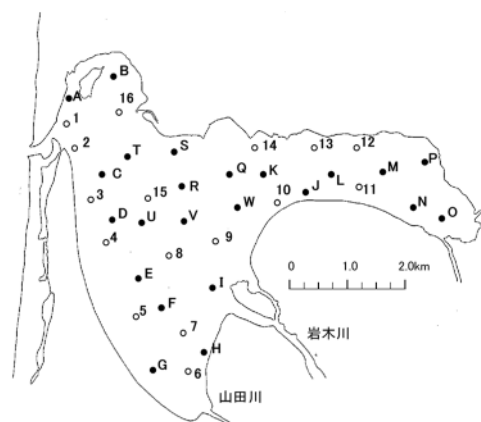


図2. 十三湖のヤマトシジミ現存量調査地点

結果と考察

1. ヤマトシジミ現存量調査

(1) 小川原湖

小川原湖全体の現存量は、漁獲サイズとされる殻長18.5mm以上が7,500トン（2017年8,400トン）、殻長18.5mm未満のものが10,700トン（2017年16,500トン）、合計18,200トン（2017年24,900トン）と推定され、前年と比べ6,700トンの減少になった（図3）。

地区別現存量は、イカトは4,640トン（2017年7,270トン）、セモダが2,240トン（2017年3,370トン）、三沢灘が4,030トン（2017年5,570トン）、船ヶ沢前が3,490トン（2017年4,380トン）、タカトリが1,660トン（2017年1,130トン）、島口が2,190トン（2017年3,160トン）となり、イカト、セモダ、三沢灘で前年より1,000トン以上減少した。

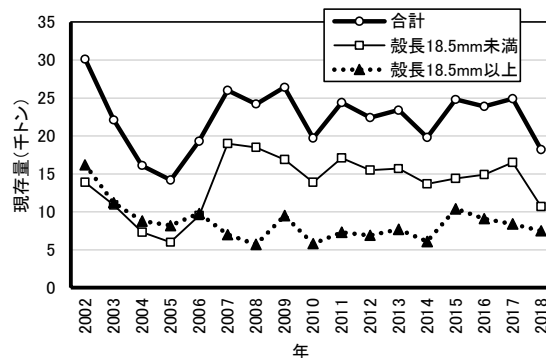


図3. 小川原湖におけるヤマトシジミ現存量の推移

※1 発表誌：平成30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）．平成31年2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

全域の1 m²あたりのシジミ平均生息密度は1,521 個/m²と推定され、前年の1,876 個/m²から約19%減少した。殻長別平均生息密度(図4)では、殻長2mm前後にピークが見られず、また殻長2mmの密度は前年に比べて138 個/m²減少しており、前年(2017年)生まれの稚貝が少なかったと考えられる(図5)。

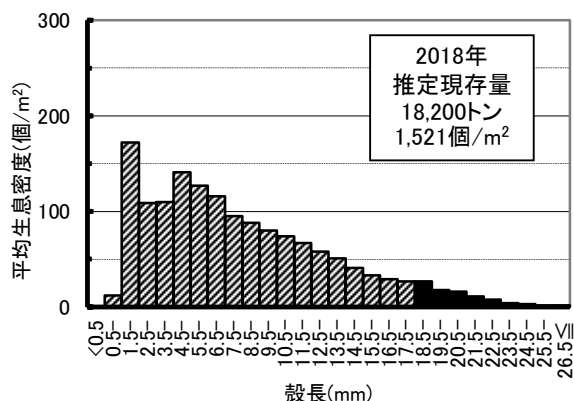


図4. 小川原湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度

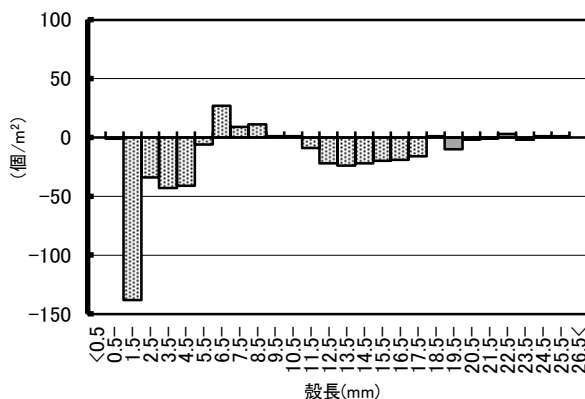


図5. 小川原湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度の増減
(2018年結果を前年と比較)

(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800トン(2017年1,000トン)、殻長18.5mm未満のものが約5,700トン(2017年7,700トン)、合計約6,500トン(2017年8,700トン)と推定され、前年より2,200トン減少した(図6)。2018年度の現存量6,500トンは2013年と同量で、2002年以降では2002年の4,800トンに次いで2番目に少ない数量であった。

全域の1 m²あたりのシジミ平均生息数は、2,199 個/m²と推定され、前年の1,350 個/m²の1.6倍に増加した。

殻長別平均生息密度(図7)では、殻長2~4mmに顕著なピークが確認された。また、殻長別生息密度の前年との比較(図8)では、殻長2~4mmで大幅に増加しており、前年の2017年生まれの稚貝が多く生残しているものと考えられた。全体の個体数では増加したものの、殻長7mm以上の中大型サイズのシジミは減少しており現存量の減少に繋がった。

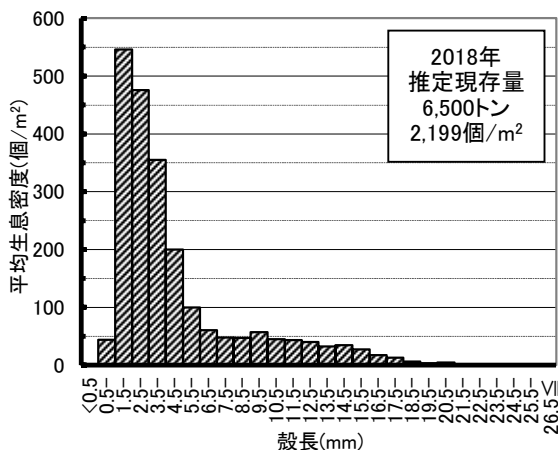


図7. 十三湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度

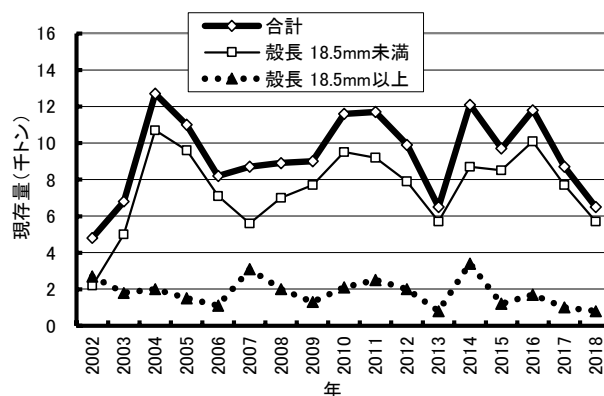


図6. 十三湖におけるヤマトシジミ現存量の推移

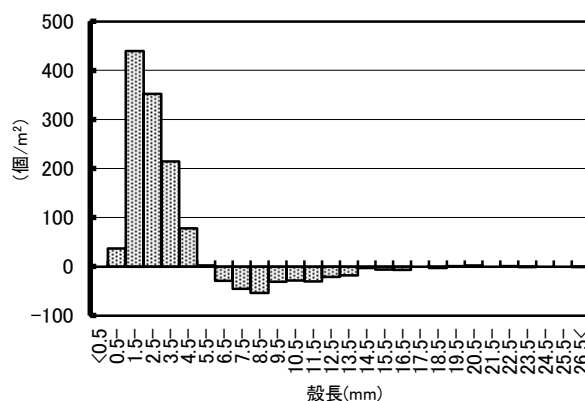


図8. 十三湖のヤマトシジミ殻長別平均生息密度の増減
(2018年結果を前年と比較)

カワウによる内水面資源の捕食実態の把握

静 一徳

目 的

青森県の三八上北・下北地方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、捕食魚組成を明らかにする。

材料と方法

カワウの捕食魚組成はカワウ糞に含まれる魚類 DNA のアンプリコン・シーケンス解析により把握した。

(1) 調査月日

2018 年 5 月 29 日、7 月 12 日、8 月 21 日、11 月 2 日

(2) 調査場所

八戸市新井田川中流の石手洗ねぐら（図 1）

(3) 調査方法

新井田川の石手洗ねぐら下で糞を採取した。新しい糞を採取するために、サンプル採取の前日にねぐらの下にビニールを敷き、翌日にビニール上の糞を採取した（図 2）。サンプルは各回 20 個を目安に個別に採取し、-30℃で冷凍保存した。

糞からの DNA 抽出には市販キットの QIAamp DNA Stool Mini Kit（Qiagen）を使用した。サンプリング日毎に 2 個～5 個の糞を等量混合し 1 サンプルとした 4～5 サンプルについて DNA を抽出した。抽出 DNA について MiFish プライマー¹⁾を使用して PCR を行った後、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、分類別のリード数の割合（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。ま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 OTU は解析から除外した。次世代シーケンス解析は株式会社生物技研に委託した。

アンプリコン・シーケンス解析で出現した *Tribolodon brandtii* については、Sakai and Amano (2014) ²⁾によって 2 亜種（マルタウグイ（*Tribolodon brandtii maruta*）、ジュウサンウグイ（*Tribolodon brandtii brandtii*））に再分類され、青森県にはジュウサンウグイが分布することが報告されているため ^{3, 4)}、本報告書ではジュウサンウグイと標記した。

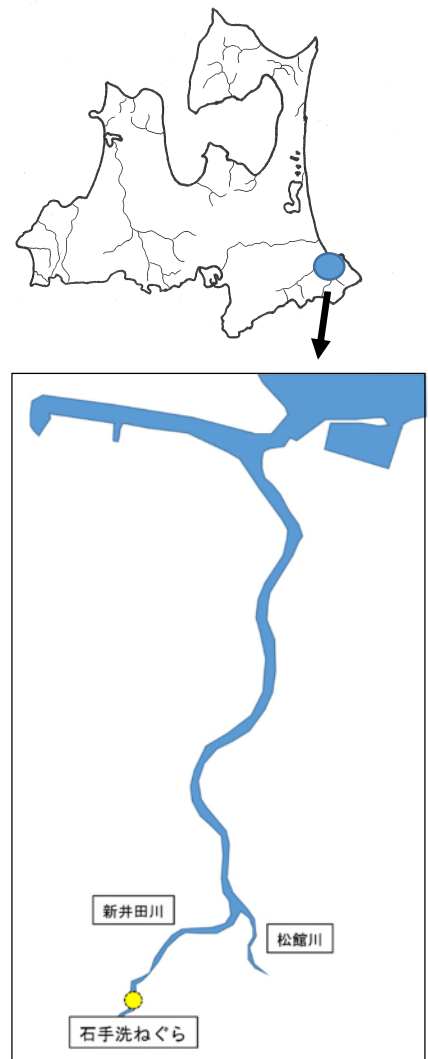


図 1. 調査定点



ビニールの設置



ビニール上の糞



糞の採取

図 2. ねぐら下におけるカワウ糞の採取

結果と考察

5月～11月の石手洗ねぐらにおけるカワウ糞から3属+31種が検出された。分類別のリード数の相対存在量は季節的に大きく変化した(表1、図3)。淡水魚、海水魚と比較すると、5月は淡水魚が49%を占めたが、季節を追うごとに減少し、11月は18%であった。

淡水魚、海水魚の内、高い割合を占める魚種をみると、淡水魚では調査期間を通してウグイが多く出現した。また7月には新井田川では生息報告が無いビワヒガイが多く出現した。ビワヒガイは馬淵川で生息記録があり⁵⁾、馬淵川で捕食された可能性や、新井田川やねぐら周辺に生息している可能性がある。海水魚では5月にマハゼが多く出現した。マハゼの割合は季節を追うごとに減少した。11月にはボラの他、マイワシ、カタクチイワシも多く出現した。また5月、11月と比較して7月、8月は多様な魚種が出現した。

内水面の遊漁にとって重要魚種であるアユは5月、7月に0.1%、8月に11%出現し、8月に比較的高かった。カワウによるアユの食害は放流直後に起こりやすい⁶⁾。2018年の新井田川におけるアユ放流は5月15日に実施されたが、糞採取を行った5月29日は放流から2週間経過しており、調査時期として遅かった可能性がある。また放流から3日後の5月18日には日間50 mm以上の大雨が降り、河川増水が続いていたことから、放流アユが分散し、捕食されにくかった可能性も考えられる。

上記の結果から、新井田川では淡水魚の捕食割合が高い春と、アユの捕食が比較的高い割合で確認された8月以降にカワウによる食害が懸念され、両時期の採食データのさらなる蓄積と、現場での飛来実態の把握が必要と考えられた。

表 1. 次世代シーケンス解析によるリード数の相対存在量 (%) (2018 年 5 月～11 月、石手洗ねぐら)

魚種	5/29① 糞N=2	5/29② 糞N=2	5/29③ 糞N=4	5/29④ 糞N=3	5/29平均	7/12① 糞N=3	7/12② 糞N=3	7/12③ 糞N=4	7/12④ 糞N=3	7/12⑤ 糞N=5	7/12平均
アブラハヤ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	7.8	0.0	0.0	0.0	5.7
アユ	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
コイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.3
サクラマス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ウグイ	77.4	54.3	2.7	52.2	46.7	0.0	0.0	13.9	7.3	0.0	4.2
オイカワ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オオクチバス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ゲンゴロウブナ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ギバチ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	2.2	4.4	0.0	0.0	2.4
カマツカ属	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7	0.0	0.0	4.3
タナゴ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1
ドジョウ	0.0	0.0	0.9	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ビワヒガイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	4.7	56.3	0.0	0.0	16.3
フナ属	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ジュウサンウグイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.3
ヨシノボリ属	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.7
ワカサギ	0.0	0.0	6.5	2.2	2.2	1.0	0.3	0.0	2.3	0.0	0.7
ヌマチチブ	0.0	0.0	0.8	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アシシロハゼ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1
ヌマガレイ	22.6	45.7	0.4	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	27.5	54.5	16.4
ボラ	0.0	0.0	1.3	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6	43.3	8.8
マハゼ	0.0	0.0	87.3	44.4	32.9	0.0	7.6	0.0	58.4	0.0	13.2
アイナメ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.5
イシガレイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.8	8.6	0.0	0.0	0.0	9.5
クロガシラガレイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
マガレイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	2.6	0.0	0.8
マコガレイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
カタクチイワシ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
マイワシ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
マサバ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ギスカジカ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
タケギンボ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	65.1	0.0	0.0	0.0	15.2
ハタテヌメリ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ハナジロガジ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3

魚種	8/21① 糞N=5	8/21② 糞N=5	8/21③ 糞N=4	8/21④ 糞N=4	8/21⑤ 糞N=3	8/21平均	11/2① 糞N=5	11/2② 糞N=5	11/2③ 糞N=5	11/2④ 糞N=4	11/2⑤ 糞N=2	11/2平均
アブラハヤ	0.0	32.4	7.8	0.0	0.0	8.1	3.3	8.1	0.0	0.0	0.0	2.3
アユ	30.4	10.1	9.2	5.8	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
コイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
サクラマス	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	1.5	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0	1.8
ウグイ	0.0	18.7	75.2	0.0	0.0	18.8	16.7	0.0	0.0	0.0	0.2	3.4
オイカワ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	0.2
オオクチバス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	0.0	0.0	4.9
ゲンゴロウブナ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	18.3	0.8	4.2
ギバチ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
カマツカ属	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
タナゴ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ドジョウ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ビワヒガイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
フナ属	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	0.0	0.0	4.1	0.6	1.2
ジュウサンウグイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ヨシノボリ属	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ワカサギ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ヌマチチブ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アシシロハゼ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ヌマガレイ	36.9	0.0	0.0	0.0	0.4	7.5	3.0	9.5	0.0	0.0	0.0	2.5
ボラ	0.0	0.0	0.0	94.2	0.0	18.8	66.0	0.0	54.9	0.6	93.4	43.0
マハゼ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
アイナメ	0.0	0.0	0.0	0.0	33.4	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
イシガレイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
クロガシラガレイ	2.9	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
マガレイ	29.3	37.5	0.0	0.0	30.5	19.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
マコガレイ	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
カタクチイワシ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	0.0	44.0	3.3	11.2
マイワシ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	52.5	20.6	32.2	0.8	21.8
マサバ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	11.3	0.0	0.0	0.8	3.1
ギスカジカ	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
タケギンボ	0.0	0.0	0.0	0.0	30.7	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ハタテヌメリ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
ハナジロガジ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

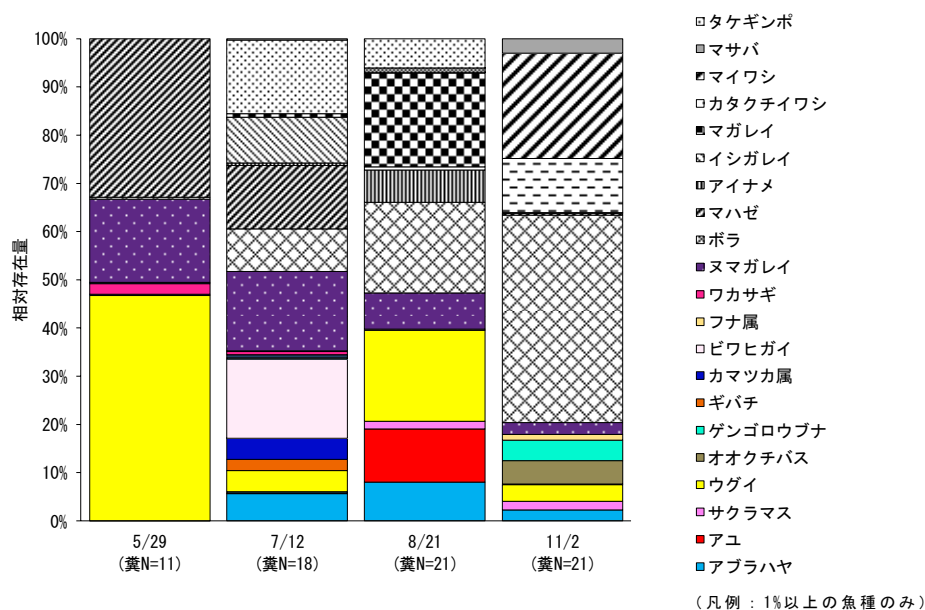


図 3. 次世代シーケンス解析による平均リード割合組成
(2018 年 5 月～11 月、石手洗ねぐら)

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) 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.
- 2) Sakai, H., & Amano, S. (2014) A new subspecies of anadromous Far Eastern dace, *Tribolodon brandtii maruta* subsp. nov. (Teleostei, Cyprinidae) from Japan. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Ser. A*, 40(4), 219-229.
- 3) 天野翔太・酒井治己 (2014) 降海性コイ科魚類ウグイ属マルタ 2 型の形態的分化と地理的分布. 水産大学校研究報告, 63(1), 17-32.
- 4) Watanabe, K., Sakai, H., Sanada, T., & Nishida, M. (2018) Comparative phylogeography of diadromous and freshwater daces of the genus *Tribolodon* (Cyprinidae). *Ichthyological Research*, 65(3), 383-397.
- 5) 塩垣優 (1982) 青森県産魚類目録. 青森県水産試験場報告, i+36.
- 6) 坪井潤一 (2013) 空飛ぶ漁師カワウとヒトとの上手な付き合い方, 67-68.

漁業公害調査指導事業

静 一徳・長崎 勝康

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

2018 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：「風の状態」（漁場保全対策推進事業調査指針、平成 9 年 3 月、水産庁）又は機器測定（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 2017 年の月別平均値とした。

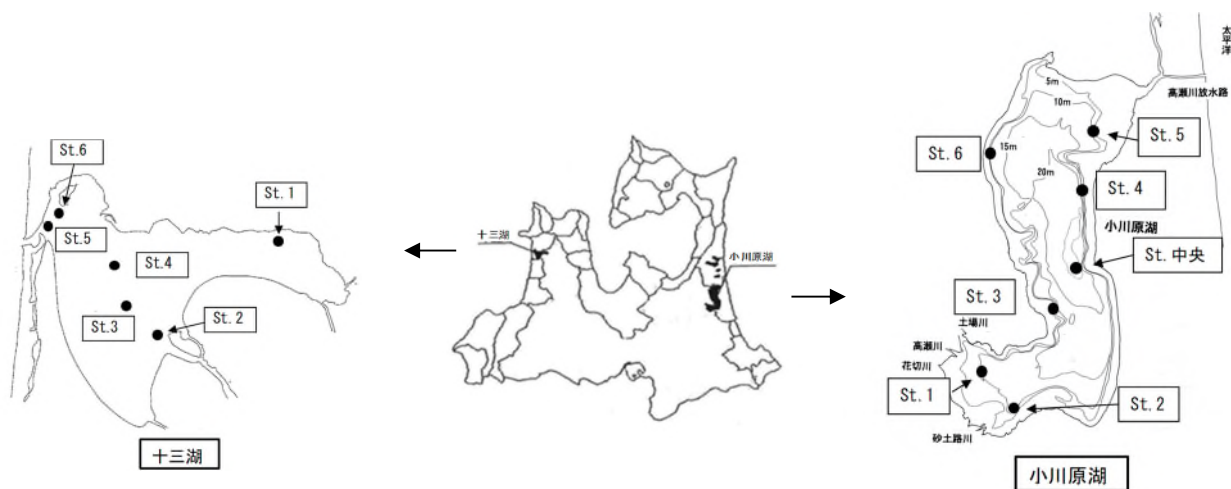


図 1. 小川原湖及び十三湖の調査地点

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

4 月から 8 月は、平年よりやや低めから高めで推移し、9 月以降は平年並みで推移した。

② 溶存酸素量（DO）

概ね平年よりやや低めから、やや高めで推移したが、10 月のみ平年より甚だ高かった。水深 5m の最低値は、7 月の St. 2 の 5.4mg/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 18m 以深であったが、6 月から上昇し、8 月に 10m 以深に達した。9 月から下降し、10 月以降は 15m 以深であった。

③ pH

7 月、10 月に平年より高い傾向にあった。7 月、10 月は DO も高い傾向にあったことから、一次生産の影響と推察される。

④ 塩分

2018 年の表層塩分は 0.4～1.2 で、期間を通じて平年値より 0.1～0.7 低く推移した。塩分は 2015 年末から 2016 年初頭に 2.0 を超えていたが、2016 年 8 月の台風の影響で湖内塩分量が低下したと考えられ¹⁾、それ以降低下傾向が続いている。特にヤマトシジミの産卵期にあたる 7 月～9 月はヤマトシジミの主要な生息水深である 5m 層では 0.4～0.9 と 1.0 を超えることはなく、産卵に必用な塩分に至らなかった。また 8 月～9 月の 5m 層の平均塩分は 0.7 となり、2012 年以来の低塩分状態であった。

⑤ 強熱減量・粒度組成

全地点で強熱減量は 2% 未満で泥の割合も最大で 3.2% と低く、小川原湖の水深 3.0～5.2m の多くの底質は、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

6 月が平年より低く、その後も 10 月まで低めで推移した。最高水温は 9 月に 25℃ が観測された。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）

飽和度で 50%を下回るような貧酸素状態は、St. 3 の最深部で 7、10、11 月に観測された。この時の塩分は 18.2～28.0 と表層に比べて高く、海水が最深部に入り込み停滞していたことが考えられる。

③ pH

5 月に高かった他は、全体的に平年並みからやや低めに推移した。

④ 塩分

全期間を通して全体的に塩分は低めに推移した。25 以上の高い値が確認されたのは、湖中央最深部の St. 3 で 8 回観測中 2 回、日本海とのつながる St. 5 では 1 回のみで、湖全域にわたる極端な高塩分状態は見られなかった。ヤマトシジミの産卵期とされる 7 月から 9 月の底層塩分で 1 を超えたのは、7 月に最深部の St. 3 で 28.0、8 月に日本海とつながる st. 5 で 2.6 の 2 回だけで、その他の地点では 1 以下でヤマトシジミ産卵に適した環境は観測されなかった。十三湖最大の流入河川である岩木川上流の大規模な津軽ダムの管理運用が平成 29 年 4 月から開始されており、今後影響を含め注視する必要がある。

⑤ 強熱減量・粒度組成

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。岩木川河口の St. 2 の強熱減量と泥の割合は時期により増減しており、岩木川からの流入堆積物の変化や出水による底質攪乱などにより変動していると思われる。

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 月は貧毛綱、ユスリカ科、7 月、9 月は貧毛綱が多かった。

(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。タイワンシジミの存在は、2010 年には確認されていたが、本調査では初めて岩木川河口の St. 2 で確認された。今後分布の拡大を注視する必要がある。

参考文献

- 1) 静一徳（2021）漁業公害調査指導事業．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，47-60.

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、八戸水産事務所、鰯ヶ沢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 (2018 年 4 月、5 月)

観測月日	4月24日						5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	8:25	8:45	9:18	10:31	10:46	11:16	7:45	8:11	9:22	11:12	11:32	12:35
天候	雨	雨	雨	雨	雨	雨	曇り	曇り	晴れ	晴れ	曇り	曇り
気温(°C)	9.6	10.2	9.0	9.2	9.0	9.1	18.8	17.2	16.2	16.4	18.0	19.3
風向(8方位)	南南東	南東	南南東	南東	南東	南東	南東	北東	北	北北東	北北東	北西
風速(m/s)	4.8	4.3	1.3	2.6	5.1	3.4	0.5	2.5	3.0	2.6	3.5	3.0
水深(m)	10.9	11.0	10.9	12.5	11.0	11.7	11.2	10.6	10.7	11.3	10.7	12.2
透明度(m)	1.8	1.7	2.7	2.2	2.9	2.3	1.9	1.6	2.1	1.8	2.2	2.5
水温 (°C)	0m	9.7	9.8	8.4	9.6	9.9	10.1	14.2	13.5	14.3	14.8	15.1
	5m	9.6	9.5	8.4	9.6	9.8	10.1	11.8	11.4	12.5	14.3	14.4
	10m	7.3	9.3	8.4	9.6	9.4	10.0	10.7	11.2	11.5	13.5	13.8
	B-1m				9.6		10.0					
D0 (mg/l)	0m	11.7	12.0	12.1	12.3	12.2	12.2	10.6	10.8	11.5	12.0	12.1
	5m	12.3	12.0	12.1	12.3	12.1	12.1	10.3	10.1	10.9	11.9	12.1
	10m	11.3	11.8	12.1	12.2	11.9	12.1	9.3	9.2	10.2	11.6	11.7
	B-1m				12.2		12.1					
D0 (%)	0m	103.6	106.4	104.1	109.0	108.8	108.6	103.8	104.5	112.6	119.5	120.5
	5m	108.2	105.5	103.8	108.7	107.8	108.1	95.7	93.1	102.8	116.6	118.8
	10m	94.7	103.8	103.4	108.0	105.1	107.7	84.6	84.0	94.1	111.8	113.5
	B-1m				107.7							
pH	0m	7.6	7.8	7.8	8.2	8.1	8.1	7.8	7.7	8.3	8.7	8.7
	5m	7.3	7.7	7.8	8.3	8.1	8.1	7.8	7.6	7.9	8.6	8.6
	10m	6.8	7.5	7.8	8.1	8.1	8.1	7.8	7.6	7.8	8.5	8.5
	B-1m				8.1		8.1					
塩分	0m	0.4	0.7	1.2	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1
	5m	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
	10m	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	B-1m				1.1		1.1					

表 1-2. 小川原湖水質観測結果 (2018 年 6 月、7 月)

観測月日	6月13日						7月25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	8:30	9:11	10:22	10:42	11:35	7:45	8:10	9:25	10:45	11:10	12:10
天候	小雨	小雨	曇り	曇り	曇り	雨	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(°C)	12.5	12.9	12.9	14.1	14.0	12.5	24.7	24.5	28.9	26.6	25.8	24.6
風向(8方位)	東	東	東	東	東	東	-	東北東	北	東北東	北東	東北東
風速(m/s)	2.5	0.3	3.7	1.1	4.2	1.5	0.0	0.3	1.5	2.5	3.6	3.6
水深(m)	11.1	10.1	10.8	13.7	12.1	12.0	11.0	10.7	12.4	13.7	11.3	11.9
透明度(m)	1.5	2.0	2.7	2.6	2.5	2.6	2.1	2.0	2.2	2.2	2.2	2.1
水温 (°C)	0m	15.7	16.1	16.0	17.0	16.6	16.5	24.9	25.0	25.6	25.1	24.7
	5m	15.4	15.5	15.8	16.8	16.4	16.3	19.6	19.2	21.7	21.2	19.9
	10m	14.6	14.3	13.8	13.7	15.3	13.7	18.0	17.5	17.4	17.3	17.1
	B-1m				13.5	15.0	13.6			16.4	16.0	16.9
D0 (mg/l)	0m	9.6	9.8	9.4	9.6	9.4	9.5	10.2	10.8	11.0	11.4	11.7
	5m	9.3	9.1	9.1	9.4	9.2	9.1	7.2	5.4	9.8	8.8	6.5
	10m	8.2	8.8	8.2	8.0	8.4	7.4	5.8	4.0	4.9	4.9	3.8
	B-1m				7.5	8.1	7.3			3.3	2.5	2.9
D0 (%)	0m	96.9	100.0	95.5	99.7	96.9	97.3	123.9	130.8	135.5	138.3	140.8
	5m	92.9	91.1	92.4	97.0	94.1	93.3	78.9	59.0	112.0	98.5	71.4
	10m	81.4	86.5	79.6	77.6	84.6	72.2	61.6	42.5	51.2	50.9	39.5
	B-1m				72.5	80.7	70.9			33.7	25.0	30.5
pH	0m	7.8	7.8	7.7	8.5	8.2	8.1	8.8	9.0	9.2	9.3	9.3
	5m	7.7	7.5	7.6	8.3	7.9	7.7	7.5	7.3	8.6	8.2	7.5
	10m	7.8	7.5	7.4	7.4	7.6	7.4	7.6	7.5	7.5	7.2	7.6
	B-1m				7.4	7.6	7.4			7.7	7.3	7.7
塩分	0m	0.5	0.7	0.9	0.9	1.0	0.9	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
	5m	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9
	10m	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1
	B-1m				1.1	1.2	1.2			1.2	1.2	1.1

表 1-3. 小川原湖水質観測結果 (2018 年 8 月、9 月)

観測月日	8月17日						9月18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	8:15	8:30	11:32	11:11	10:52	9:58	7:42	8:08	9:04	10:15	10:46	12:10
天候	雨	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	16.0	16.1	22.4	22.1	20.3	19.0	17.8	19.6	20.6	18.0	20.2	20.7
風向 (8方位)	北西	北西	北西	北西	北西	北西	西	南西	西	西	西	西
風速 (m/s)	6.0	5.4	4.0	7.2	6.0	4.5	3.0	5.3	4.7	5.8	8.3	2.6
水深 (m)	11.2	10.8	12.2	10.4	11.2	11.9	11.1	10.7	11.9	11.0	11.6	12.5
透明度 (m)	1.6	1.2	2.4	2.6	2.7	2.3	3.1	3.1	3.6	3.1	2.7	3.7
水温 (°C)	0m	21.8	21.6	22.0	21.6	22.3	22.5	19.9	20.9	21.2	21.5	20.6
	5m	21.9	21.8	21.7	21.5	22.3	22.2	19.7	20.3	21.0	21.5	20.5
	7m	21.8			20.7	22.2	22.1					
	10m	19.7	21.5	21.5		20.6	14.4	19.5	19.8	20.5	21.4	20.1
	B-1m			21.5	16.1		14.5			20.2		19.7
D0 (mg/l)	0m	8.5	8.3	8.6	8.2	8.1	8.5	7.8	8.6	8.6	9.3	7.1
	5m	8.3	8.2	8.3	8.0	8.0	8.3	7.6	7.2	7.8	9.3	6.8
	7m	8.4			6.0	7.8	8.4					
	10m	3.2	7.8	8.1	0.2	5.9	0.2	6.2	6.1	7.6	8.8	4.6
	B-1m			8.1		5.9	0.2			6.0		3.5
D0 (%)	0m	97.4	94.6	98.5	93.7	93.7	97.9	86.0	96.7	97.1	105.6	104.6
	5m	95.4	93.8	94.9	91.4	92.5	95.7	83.0	80.3	87.8	105.3	104.4
	7m	96.1			67.4	89.3	96.2					75.8
	10m	35.5	89.1	92.3	2.5	65.6	1.5	68.2	66.9	85.2	100.0	103.5
	B-1m			92.2			1.8			66.7		38.1
pH	0m	8.0	7.6	8.3	8.2	8.2	8.5	7.2	7.4	7.6	8.4	8.3
	5m	7.8	7.7	8.1	8.0	8.1	8.5	7.1	7.2	7.4	8.3	8.3
	7m	7.9			7.2	7.9	8.5					7.2
	10m	7.0	7.5	7.9	6.9	7.3	6.9	7.0	7.1	7.3	8.1	8.2
	B-1m			7.9			7.0			7.4		7.4
塩分	0m	0.5	0.4	0.7	0.8	0.8	0.8	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
	5m	0.5	0.4	0.7	0.8	0.8	0.8	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
	7m	0.5			0.8	0.8	0.8					
	10m	0.8	0.5	0.7	1.4	0.9	2.2	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
	B-1m			0.7			2.4			0.7		0.9

表 1-4. 小川原湖水質観測結果 (2018 年 10 月、11 月)

観測月日	10月23日						11月14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	8:28	8:44	9:20	10:38	10:55	11:38	8:20	8:35	9:25	10:37	10:53	11:38
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り
気温 (°C)	9.6	10.8	14.0	18.1	18.3	18.4	7.8	10.2	10.8	11.5	11.8	10.8
風向 (8方位)	北北西	北	-	南南東	南東	南南東	西北西	北西	北北東	北北東	北北東	北北西
風速 (m/s)	0.9	0.3	0.0	3.4	5.8	3.2	2.1	1.0	3.5	1.9	2.7	2.7
水深 (m)	10.7	10.7	10.8	10.8	11.2	10.5	11.5	10.7	13.5	11.9	11.1	11.1
透明度 (m)	1.7	1.7	3.1	2.7	2.6	3.3	1.7	1.6	2.1	2.6	2.7	2.8
水温 (°C)	0m	15.8	15.8	16.6	17.0	16.9	17.1	12.8	12.5	13.3	13.4	13.4
	5m	15.8	15.7	16.4	16.7	16.6	16.6	12.8	12.4	13.2	13.3	13.2
	10m	15.3	15.4	16.3	16.6	16.7	16.6	12.9	12.3	13.2	13.3	13.3
	B-1m									13.1	13.2	
	0m	11.6	11.0	9.9	10.1	10.1	9.8	9.7	10.6	10.1	10.2	10.3
D0 (mg/l)	5m	11.4	10.8	9.7	9.6	9.7	9.5	9.7	10.5	10.0	10.1	10.1
	10m	9.7	7.9	9.7	9.7	9.6	9.2	9.7	10.4	10.0	10.1	9.7
	B-1m									10.0	10.3	
	0m	117.0	111.8	101.8	104.7	105.1	102.3	92.5	99.6	96.6	97.8	98.9
	5m	114.8	109.2	99.0	99.2	100.0	98.5	92.3	98.6	95.9	96.8	96.8
D0 (%)	10m	97.7	79.3	99.4	99.7	99.4	94.3	92.2	97.6	95.6	96.9	96.7
	B-1m									95.7	98.6	93.0
	0m	8.6	8.5	7.9	7.9	8.0	7.8	7.5	7.8	7.7	7.8	7.8
	5m	8.5	8.3	7.9	7.8	7.8	7.7	7.5	7.8	7.7	7.8	7.8
	10m	8.0	7.7	8.0	7.9	7.8	7.7	7.5	7.8	7.7	7.8	7.7
pH	B-1m									7.7	7.9	
	0m	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
	5m	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
	10m	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
	B-1m									0.9	1.0	1.1

表 1-5. 小川原湖中央水質観測結果 (2018 年 4 月～11 月)

観測月日	4月24日					5月17日					6月13日					7月25日				
時刻	9:32					9:50					9:27					9:45				
天候	雨					晴れ					曇り					晴れ				
気温(℃)	9.0					16.8					13.4					26.1				
風向(16方位)	南南東					北北西					東					北北東				
風力	3.4					2.3					2.4					1.8				
水深(m)	26.5					26.5					26.5					26.5				
透明度(m)	2.4					2.0					2.4					1.9				
水深	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分
0m	9.0	12.3	106.7	8.1	1.2	15.0	11.7	116.4	8.6	0.9	16.0	9.4	96.2	8.1	0.9	25.8	11.3	139.0	9.3	0.7
1m	9.0	12.2	106.6	8.1	1.2	14.8	11.8	117.0	8.6	0.9	16.0	9.4	96.1	8.0	0.9	25.3	11.5	140.3	9.3	0.7
2m	9.0	12.2	106.5	8.1	1.2	14.0	12.0	117.3	8.6	1.0	15.9	9.4	95.5	8.0	0.9	24.7	11.5	139.2	9.3	0.7
3m	9.0	12.2	106.4	8.1	1.2	13.7	11.8	114.6	8.5	1.0	15.9	9.3	94.8	7.9	0.9	23.8	11.6	137.8	9.1	0.6
4m	9.0	12.2	106.3	8.1	1.2	13.6	11.7	113.5	8.5	1.0	15.9	9.3	94.3	7.8	0.9	22.2	9.8	112.8	8.6	0.6
5m	9.0	12.2	106.2	8.1	1.2	13.6	11.6	112.3	8.4	1.0	15.5	9.0	90.6	7.5	0.9	22.4	10.2	118.1	8.8	0.7
6m	9.0	12.2	106.1	8.0	1.2	13.4	11.4	110.0	8.3	1.0	15.0	8.9	88.5	7.4	1.0	20.2	7.2	80.1	7.3	0.7
7m	9.0	12.2	106.0	8.0	1.2	13.1	11.3	108.2	8.2	1.0	14.8	8.8	87.2	7.4	1.0	19.0	7.2	77.9	7.2	0.9
8m	9.0	12.2	105.9	8.0	1.2	13.0	11.2	106.9	8.1	1.0	14.5	8.5	83.6	7.3	1.0	18.5	6.4	68.3	7.2	0.9
9m	9.0	12.1	105.7	8.0	1.2	12.7	11.0	104.3	8.0	1.1	14.1	8.3	80.7	7.3	1.0	18.1	5.7	60.3	7.1	0.9
10m	8.9	12.1	105.4	8.0	1.2	12.5	10.9	102.4	7.9	1.1	13.8	8.2	79.5	7.3	1.1	17.5	4.8	50.5	7.0	1.0
11m	8.9	12.1	104.8	7.9	1.2	12.4	10.8	101.9	7.8	1.1	13.6	8.1	78.2	7.2	1.1	16.9	3.9	40.0	7.0	1.1
12m	8.8	12.0	103.5	7.9	1.2	11.9	10.3	96.3	7.6	1.1	13.5	7.9	76.6	7.2	1.1	16.5	3.0	31.3	7.0	1.1
13m	8.0	11.8	100.3	7.8	1.2	11.0	9.7	88.5	7.5	1.1	13.3	7.5	72.1	7.2	1.1	16.1	2.4	24.6	7.0	1.2
14m	7.4	11.7	97.9	7.8	1.2	10.6	9.3	83.8	7.4	1.2	12.1	5.1	48.3	7.1	1.5	14.9	0.5	5.0	7.0	1.5
15m	7.3	11.5	96.5	7.8	1.3	9.8	8.3	73.4	7.4	1.3	11.6	4.1	38.2	7.1	1.8	13.6	0.1	0.9	7.1	2.0
16m	7.1	11.3	93.9	7.7	1.3	9.3	6.8	59.7	7.3	1.6	11.5	2.9	26.8	7.1	2.0	13.1	0.1	0.9	7.1	2.5
17m	6.9	10.6	87.9	7.7	1.4	8.8	5.5	47.5	7.4	1.9	12.0	1.0	9.5	7.1	3.4	12.2	0.1	1.1	7.1	4.6
18m	4.9	0.2	1.3	7.1	8.6	7.7	0.1	1.2	7.1	8.0	10.2	0.2	1.4	7.1	7.1	11.6	0.1	1.3	7.1	6.1
19m	5.7	0.2	1.5	7.0	10.6	6.2	0.2	1.6	7.0	10.9	8.5	0.2	1.7	7.0	10.3	10.1	0.2	1.8	7.1	10.7
20m	6.9	0.2	1.8	7.0	12.0	6.7	0.2	1.7	7.0	11.9	7.2	0.2	1.9	7.0	11.6	8.9	0.2	1.9	7.1	12.1
21m	7.4	0.2	1.7	7.0	12.4	7.1	0.2	1.7	7.0	12.3	7.2	0.2	1.9	7.0	12.3	8.3	0.2	1.9	7.1	12.6
22m	7.4	0.2	1.6	7.0	13.0	7.5	0.2	1.7	7.0	12.6	7.5	0.2	1.9	7.0	13.1	8.2	0.2	2.0	7.1	13.4
23m	7.2	0.2	1.7	6.9	14.4	7.5	0.2	1.6	7.0	14.2	7.5	0.2	2.0	7.0	13.6	8.2	0.2	2.1	7.1	13.5
24m	7.1	0.2	2.1	6.9	14.4	7.4	0.2	1.7	7.0	14.3	7.6	0.2	2.1	7.0	14.0	8.2	0.2	2.2	7.1	13.5
25m	7.1	0.3	2.6	6.9	13.8	7.4	0.2	2.0	7.0	13.5	7.6	0.3	2.3	7.0	14.0	8.2	0.3	2.3	7.1	13.5
	7.1	0.3	2.6	6.9	13.7	7.8	0.3	2.5	6.9	13.4	7.7	0.3	2.8	6.9	14.0	8.2	0.3	2.6	7.1	13.1
観測月日	8月17日					9月18日					10月23日					11月14日				
時刻	9:03					9:29					9:38					9:40				
天候	小雨					晴れ					晴れ					晴れ				
気温(℃)	15.9					17.5					15.0					10.9				
風向(16方位)	北西					南西					南					北北西				
風力・風速	6.7					3.6					1.5					3.4				
水深(m)	26.7					26.5					26.3					26.5				
透明度(m)	2.4					2.8					3.0					2.3				
水深	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分	水温(℃)	D0(mg/L)	D0(%)	pH	塩分
0m	21.7	8.2	93.8	8.2	0.7	21.7	9.9	112.6	8.7	0.7	16.9	10.1	105.0	8.1	0.7	13.3	10.2	97.7	7.9	0.9
1m	21.7	8.2	93.3	8.2	0.7	21.7	9.9	112.5	8.7	0.7	16.9	10.1	104.6	8.1	0.7	13.2	10.1	97.0	7.9	0.9
2m	21.7	8.2	93.5	8.2	0.7	21.7	9.9	112.5	8.7	0.7	16.7	10.1	103.7	8.0	0.7	13.2	10.1	96.5	7.8	0.9
3m	21.7	8.1	92.8	8.2	0.7	21.7	9.8	112.0	8.7	0.7	16.6	10.0	103.2	8.0	0.7	13.2	10.1	96.6	7.8	0.9
4m	21.7	8.1	92.3	8.2	0.7	21.6	9.8	111.4	8.6	0.7	16.5	9.8	101.0	7.9	0.7	13.2	10.0	96.2	7.8	0.9
5m	21.7	8.1	92.0	8.2	0.7	21.6	9.7	110.0	8.6	0.7	16.5	9.7	99.5	7.9	0.7	13.2	10.0	95.6	7.8	0.9
6m	21.7	8.1	92.0	8.1	0.7	21.5	9.4	106.7	8.4	0.7	16.5	9.6	98.9	7.9	0.7	13.2	9.9	95.0	7.8	1.0
7m	21.6	8.0	90.8	8.0	0.7	21.4	9.3	105.0	8.3	0.7	16.5	9.6	98.8	7.9	0.7	13.2	9.9	95.0	7.8	1.0
8m	21.2	6.8	77.0	7.6	0.8	21.4	9.1	103.6	8.2	0.7	16.5	9.6	98.5	7.9	0.7	13.3	9.9	95.0	7.8	1.0
9m	20.6	5.1	56.5	7.1	0.8	21.3	8.8	99.8	8.0	0.7	16.5	9.5	97.7	7.9	0.7	13.3	9.9	95.1	7.8	1.0
10m	19.2	2.2	23.8	6.9	0.9	21.2	8.6	96.8	7.8	0.7	16.5	9.4	96.9	7.9	0.7	13.3	9.8	93.7	7.8	1.0
11m	18.7	0.8	8.1	6.8	1.0	19.8	5.9	65.2	7.2	0.7	16.5	9.3	95.5	7.8	0.7	13.3	9.7	93.5	7.8	1.0
12m	17.3	0.2	1.8	6.9	1.2	19.0	3.9	42.3	7.1	0.8	16.5	9.1	93.2	7.8	0.7	13.3	9.6	92.2	7.8	1.0
13m	16.0	0.1	1.1	6.9	1.4	17.9	0.1	1.4	7.1	1.5	16.5	9.0	92.8	7.7	0.7	13.3	9.5	91.2	7.8	1.0
14m	15.3	0.1	1.1	6.9	1.6	15.3	0.1	1.4	7.1	2.3	16.5	8.6	88.0	7.6	0.7	13.6	7.1	68.8	7.5	1.8
15m	14.5	0.1	1.2	7.0	2.0	14.5	0.1	1.4	7.1	2.6	16.2	0.1	1.4	7.1	2.2	14.7	0.1	1.3	7.0	3.0
16m	13.7	0.1	1.3	7.1	2.5	14.3	0.2	1.5	7.1	2.8	14.6	0.2	1.6	6.9	3.3	14.4	0.1	1.4	7.0	3.8
17m	13.1	0.1	1.4	7.1	3.4	13.7	0.2	1.7	7.1	3.5	13.7	0.2	1.7	6.9	4.1	13.7	0.2	1.5	6.9	5.0
18m	12.9	0.2	1.7	7.1	3.9	12.9	0.2	1.9	7.1	5.2	12.8	0.2	1.9	6.9	5.3	13.1	0.2	1.7	6.9	6.7
19m	11.5	0.2	1.9	7.1	8.3	11.7	0.2	2.2	7.1	7.3	11.5	0.2	2.2	6.9	8.6	12.2	0.2	2.1	6.9	9.3
20m	10.5	0.2	2.1	7.0	10.7	10.1	0.3	2.5	7.0	11.5	10.4	0.3	2.4	6.9	11.3	11.1	0.2	2.3	6.9	11.6
21m	9.3	0.2	2.3	7.0	12.0	9.2	0.3	2.6	7.0	12.2	9.8	0.3	2.5	6.9	12.0	10.0	0.3	2.4	6.9	12.2
22m	8.5	0.3	2.3	7.1	12.8	8.8	0.3	2.6	7.1	12.4	9.4	0.3	2.6	6.9	12.2	9.7	0.3	2.5	6.9	12.3
23m	8.4	0.3	2.4	7.1	13.1	8.7	0.3	2.7	7.1	12.5	9.2	0.3	2.6	6.9	12.3	9.6	0.3	2.5	6.9	12.4
24m	8.3	0.3	2.5	7.1	13.2	8.7	0.3	2.8	7.0	12.5	9.2	0.3	2.7	6.9	12.3	9.5	0.3	2.6	6.9	12.4
25m	8.3	0.3	2.6	7.1	13.2	8.7	0.3	2.9	7.0	12.5	9.2	0.3	2.8	6.9	12.3	9.5	0.3	2.7	6.9	12.4
	8.3	0.3	2.7	7.1	13.2	8.7	0.3	3.1	7.0	12.5	9.2	0.3	3.0	6.9	12.3	9.5	0.3	2.8	6.9	12.4

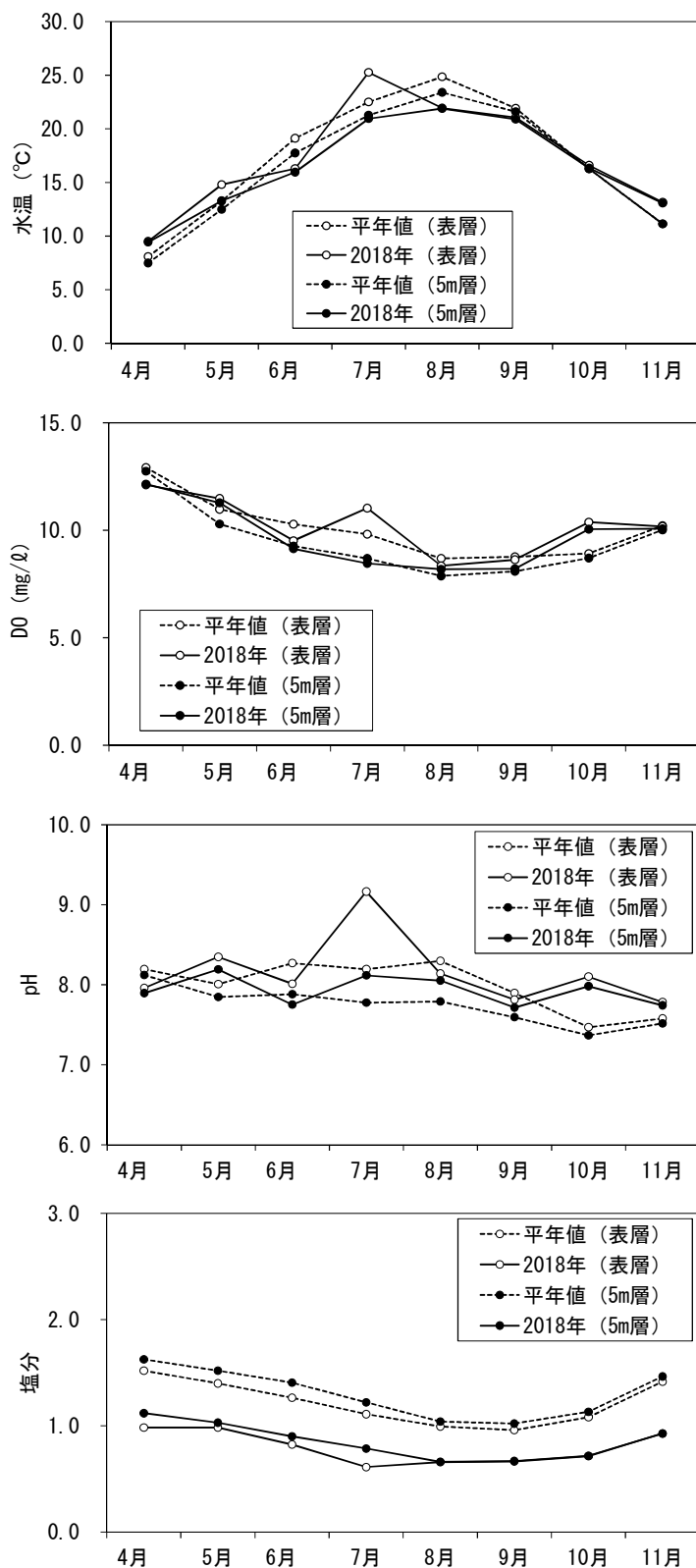


図 2. 小川原湖水質観測結果(全定点平均)

表 2-1. 小川原湖底質分析結果(2018 年 5 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深(m)	4.6	4.2	5.1	3.5	4.0	4.7
含水率(%)	24.7	29.9	27.0	23.4	22.3	28.1
乾泥率(%)	75.3	70.1	73.0	76.6	77.7	71.9
強熱減量(%)	1.0	1.4	1.1	0.5	0.8	1.3
粒度組成						
% 礫・極粗粒砂	0.7	1.8	8.5	1.9	4.3	0.1
% 粗粒砂	6.3	3.4	13.9	3.2	7.3	2.1
% 中粒砂	66.9	28.3	40.7	59.3	29.1	48.7
% 細粒砂	25.4	60.1	34.7	33.0	56.9	46.6
% 微細粒砂	0.7	3.2	0.7	1.9	0.9	1.1
% 泥	0.0	3.2	1.5	0.7	1.5	1.4

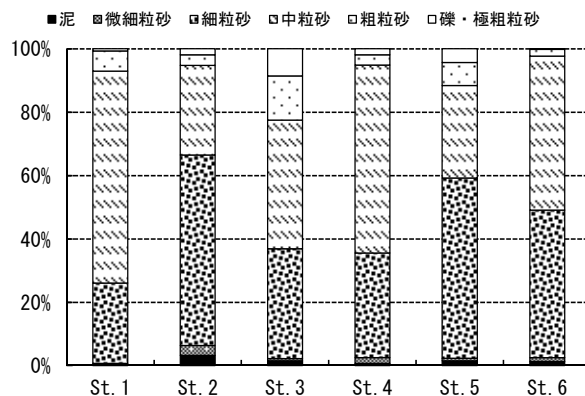


図 3-1. 小川原湖底質分析結果(2018 年 5 月)

表 2-2. 小川原湖底質分析結果(2018 年 7 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深(m)	3.7	3.8	4.4	4.4	4.8	3.7
含水率(%)	22.6	25.2	22.5	22.3	21.8	26.8
乾泥率(%)	77.4	74.8	77.5	77.7	78.2	73.2
強熱減量(%)	0.9	0.7	0.7	0.6	0.7	1.3
粒度組成						
% 礫・極粗粒砂	0.7	7.6	-	2.7	2.4	0.2
% 粗粒砂	7.1	21.4	-	5.2	6.4	1.3
% 中粒砂	66.2	52.2	-	58.7	25.4	45.0
% 細粒砂	24.9	17.7	-	31.3	62.3	51.2
% 微細粒砂	0.5	0.3	-	2.1	2.1	2.1
% 泥	0.6	0.8	-	0.0	1.4	0.2

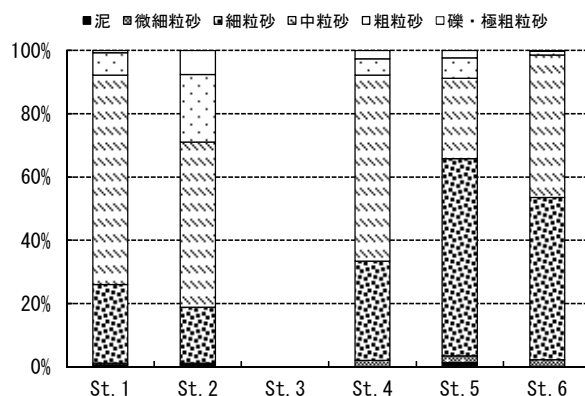


図 3-2. 小川原湖底質分析結果(2018 年 7 月)

表 2-3. 小川原湖底質分析結果(2018 年 9 月)

調査地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深(m)	5.2	4.2	3.8	3.0	4.0	4.0
含水率(%)	24.8	26.8	24.4	20.4	21.1	22.9
乾泥率(%)	75.2	73.2	75.6	79.6	78.9	77.1
強熱減量(%)	1.0	1.0	0.7	0.5	0.6	0.9
粒度組成						
% 礫・極粗粒砂	0.9	3.3	5.4	1.1	4.1	0.1
% 粗粒砂	7.4	4.5	12.7	1.9	8.5	1.8
% 中粒砂	73	46.9	49.4	70.1	30.5	56
% 細粒砂	17.6	43.1	31.4	25.3	55.5	40.5
% 微細粒砂	0.1	0.7	0.6	0.8	0.6	1.5
% 泥	1	1.5	0.5	0.8	0.8	0.1

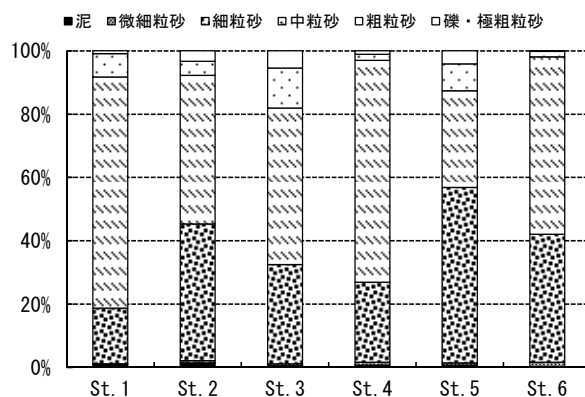


図 3-3. 小川原湖底質分析結果(2018 年 9 月)

表 3-1. 十三湖水質観測結果 (2018 年 4 月、5 月)

観測月日		4月26日						5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		14:32	14:23	14:14	14:08	13:58	-	14:42	14:22	14:04	15:03	13:28	13:46
天候		晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	-	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り
気温(℃)		11.9	12.8	11.8	12.5	13.6	-	13.8	13.8	14.1	13.4	14.3	15.7
風向(8方位)		西	西	西	西	西	-	北西	北西	北西	北西	北西	北西
風速(m/s)		強風	強風	やや強風	やや強風	やや強風	-	弱	弱	弱	弱	弱	弱
水深(m)		1.3	0.8	2.0	0.9	1.4	-	0.7	0.8	2.1	1.0	1.5	0.7
透明度(m)		0.4	水深以上	0.7	0.7	0.7	-	水深以上	0.7	0.9	0.7	0.6	0.6
水温(℃)	0m	11.5	10.2	10.0	11.3	10.4	-	18.1	16.6	17.1	16.9	16.8	16.7
	B-0.1m	11.9	10.2	10.1	11.3	10.4	-	18.1	16.6	15.1	16.9	16.6	16.7
D0 (mg/l)	0m	11.0	11.1	11.1	11.0	10.8	-	8.6	9.0	10.7	10.3	10.4	10.0
	B-0.1m	11.0	11.2	11.3	11.1	11.2	-	8.5	8.9	8.5	10.0	8.2	8.9
D0 (%)	0m	101.0	99.6	99.0	100.0	99.3	-	90.3	92.8	111.3	106.5	106.6	102.7
	B-0.1m	101.7	99.8	99.8	100.7	100.8	-	89.7	91.9	85.5	103.4	84.4	92.2
pH	0m	6.9	6.6	6.5	6.6	6.6	-	7.6	7.1	8.9	8.2	8.5	8.4
	B-0.1m	7.3	6.7	6.5	6.8	6.5	-	7.8	7.1	8.7	8.4	8.2	8.2
塩分	0m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	0.3	0.1	1.0	1.2	2.7	3.1
	B-0.1m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	0.3	0.1	29.2	1.9	7.3	3.5

表 3-2. 十三湖水質観測結果 (2018 年 6 月、7 月)

観測月日		6月14日						7月18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		14:46	14:28	14:17	14:10	14:00	13:54	9:44	9:28	9:12	9:03	8:50	8:38
天候		曇り	曇り	曇り	曇り	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り
気温 (℃)		13.0	13.9	14.5	14.7	15.8	15.6	22.2	22.0	22.1	22.1	22.1	22.9
風向 (8方位)		北西	北西	北西	北西	北西	北西	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風速 (m/s)		やや強風	やや強風	やや強風	やや強風	やや強風	やや強風	無風	無風	無風	無風	無風	無風
水深 (m)		0.9	0.6	2.1	1.0	1.6	0.6	0.6	0.8	2.2	1.1	1.4	0.5
透明度 (m)		0.5	0.4	0.8	水深以上	1.1	水深以上	水深以上	水深以上	1.7	水深以上	水深以上	水深以上
水温 (℃)	0m	17.4	17.4	16.4	16.2	17.0	16.8	23.1	21.3	22.8	22.2	22.9	22.1
	B-0.1m	17.3	17.3	16.4	16.2	14.7	16.0	23.0	21.3	22.0	22.1	22.4	22.1
D0 (mg/l)	0m	9.6	9.5	9.9	10.0	10.0	9.5	8.0	6.7	7.4	7.2	7.8	7.9
	B-0.1m	9.8	9.6	9.9	10.1	10.2	9.4	8.1	6.8	4.0	7.1	7.7	7.8
D0 (%)	0m	99.1	97.9	100.6	101.0	102.9	98.2	93.2	75.9	85.3	83.1	91.1	91.5
	B-0.1m	101.1	98.7	100.1	101.5	100.0	96.2	94.1	77.2	44.7	81.6	88.1	90.1
pH	0m	7.9	7.7	8.1	8.3	8.7	-	8.0	7.3	7.5	7.3	7.6	7.7
	B-0.1m	7.9	7.4	8.0	8.3	8.8	-	7.5	6.8	8.2	7.1	7.6	7.4
塩分	0m	0.6	0.2	1.6	1.9	6.0	10.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6	0.7
	B-0.1m	0.9	0.2	1.6	2.0	32.0	16.8	0.1	0.1	28.0	0.2	0.9	0.8

表 3-3. 十三湖水質觀測結果 (2018 年 8 月、9 月)

觀測月日	8月27日						9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	14:48	14:37	14:27	14:20	14:10	14:05	14:42	14:25	14:12	14:00	13:50	13:40
天候	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	22.9	24.0	23.1	22.5	23.0	24.4	23.2	25.2	24.3	25.2	25.1	24.4
風向 (8方位)	北西	北西	北西	北西	北西	北西	西	北西	北西	北西	北西	北西
風速 (m/s)	微風	微風	微風	微風	微風	微風	弱風	微風	微風	微風	微風	微風
水深 (m)	1.0	0.8	2.1	1.1	1.7	0.7	0.5	0.5	1.8	0.9	1.3	0.6
透明度 (m)	水深以上	水深以上	0.6	0.8	1.1	以上	水深以上	水深以上	0.9	水深以上	0.8	水深以上
水温 (°C)	0m	24.0	23.2	23.7	23.2	23.2	23.8	22.0	19.1	20.7	20.6	20.9
	B-0.1m	23.9	23.2	23.3	23.2	23.0	23.8	21.1	19.1	17.1	19.7	20.2
D0 (mg/l)	0m	8.7	7.8	10.0	8.3	8.4	8.8	9.4	8.7	9.0	8.9	8.7
	B-0.1m	8.5	7.9	8.4	8.3	6.4	8.8	9.3	8.7	8.3	8.8	8.5
D0 (%)	0m	103.0	90.7	118.2	96.5	98.2	104.4	106.5	93.6	99.2	97.6	95.5
	B-0.1m	100.0	91.2	98.5	96.5	74.0	104.3	104.2	93.6	85.4	95.6	93.6
pH	0m	7.9	7.3	8.6	7.7	7.8	8.0	7.5	7.1	7.3	7.2	7.6
	B-0.1m	7.3	6.9	7.7	7.4	7.7	7.6	7.3	6.6	6.7	6.8	7.3
塩分	0m	0.4	0.1	0.5	0.7	0.4	1.0	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3
	B-0.1m	0.5	0.1	0.8	0.7	2.6	1.0	0.5	0.1	0.1	0.2	0.7

表 3-4. 十三湖水質觀測結果 (2018 年 10 月、11 月)

觀測月日	10月17日						11月6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	9:35	9:22	9:11	9:06	8:58	8:48	9:50	8:54	9:00	9:13	9:23	9:30
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	15.6	15.9	12.8	12.1	13.2	13.5	12.0	8.6	8.8	9.4	9.7	10.2
風向 (8方位)	-	東	東	東	東	東	無風	南東	南東	南東	南東	南東
風速 (m/s)	無風	微風	微風	微風	微風	微風	無風	微風	微風	微風	微風	微風
水深 (m)	0.9	0.7	2.0	1.0	1.7	0.6	0.3	0.5	1.8	0.8	1.0	0.3
透明度 (m)	水深以上	水深以上	0.6	水深以上	1.4	水深以上	水深以上	水深以上	1.5	水深以上	水深以上	水深以上
水温 (°C)	0m	14.8	13.9	14.5	14.0	13.6	14.0	11.5	10.3	10.0	11.0	10.5
	B-0.1m	14.7	13.8	16.4	13.9	13.6	14.0	11.4	10.4	12.7	11.0	10.7
D0 (mg/l)	0m	9.7	9.8	9.7	10.1	9.6	9.5	11.1	10.5	10.3	10.6	10.7
	B-0.1m	9.7	9.7	3.1	10.2	9.2	9.6	11.2	10.7	4.7	10.7	10.8
D0 (%)	0m	94.8	93.9	95.1	97.5	92.0	91.0	99.7	92.3	90.2	94.4	95.2
	B-0.1m	95.5	93.7	31.6	98.0	87.8	93.0	100.5	94.0	43.1	95.3	95.8
pH	0m	7.6	7.1	7.7	7.6	7.5	7.4	7.8	7.2	7.4	7.3	7.5
	B-0.1m	7.6	7.1	7.7	7.5	7.5	7.4	7.8	7.1	8.2	7.1	7.5
塩分	0m	0.4	0.1	0.3	0.3	0.6	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5
	B-0.1m	0.4	0.1	18.2	0.3	0.7	0.6	0.2	0.1	24.2	0.1	0.5

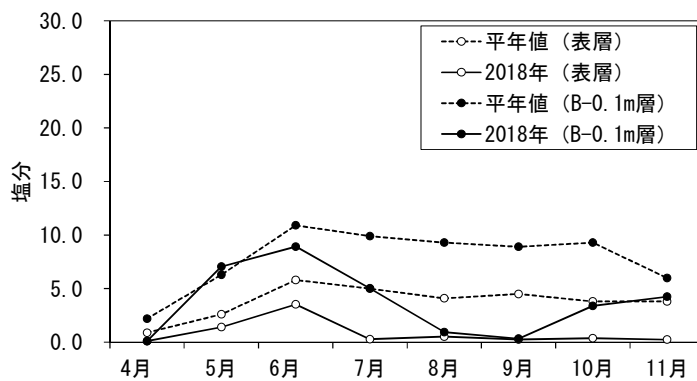
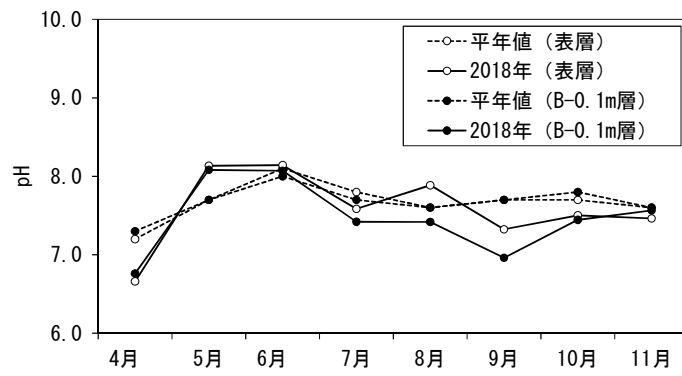
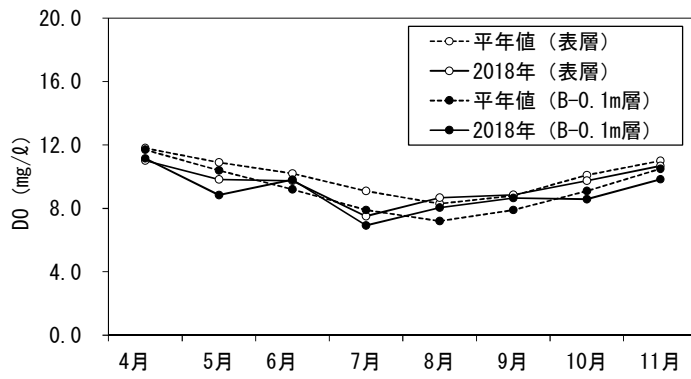
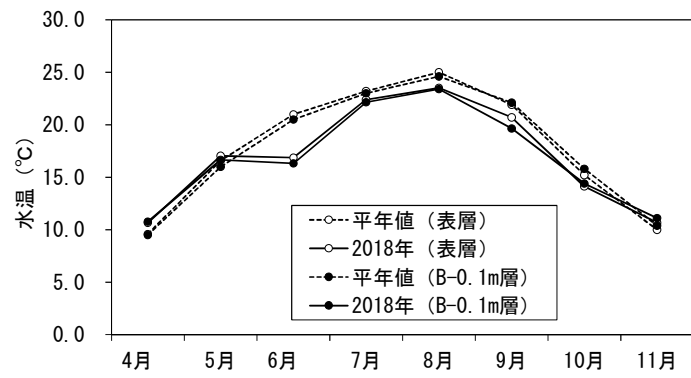


図 4. 十三湖水質観測結果(全定点平均)

表 4-1. 十三湖底質分析結果 (2018 年 5 月)

調查地點	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	0.7	0.8	2.1	1.0	1.5	0.7
含水率 (%)	46.0	28.6	42.2	28.0	21.5	20.8
乾泥率 (%)	54.0	71.4	57.8	72.0	78.5	79.2
強熱減量 (%)	3.8	1.4	4.1	1.3	1.2	1.4
礫・極粗粒砂	2.0	0.9	1.9	1.6	15.0	23.1
粗粒砂	8.2	5.3	0.8	5.8	20.8	20.1
中粒砂	27.0	53.0	6.0	69.4	35.7	39.2
細粒砂	52.6	37.3	43.6	23.0	26.3	16.4
% 微細粒砂	9.4	3.5	15.8	0.2	0.6	0.3
泥	0.8	0.0	31.9	0.0	1.6	0.9

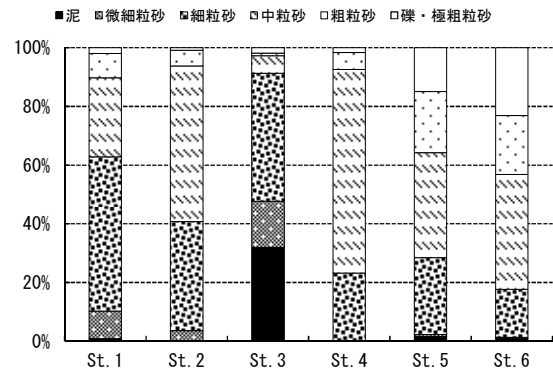


圖 5-1. 十三湖底質分析結果 (2018 年 5 月)

表 4-2. 十三湖底質分析結果 (2018 年 7 月)

調查地點	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	0.6	0.8	2.2	1.1	1.4	0.5
含水率 (%)	42.1	30.8	49.5	24.4	26.0	23.0
乾泥率 (%)	57.9	69.2	50.5	75.6	74.0	77.0
強熱減量 (%)	3.8	2.0	5.3	1.2	1.8	1.4
礫・極粗粒砂	2.3	0.4	0.9	5.7	5.8	17.7
粗粒砂	4.4	2.5	1.1	17.7	10.8	22.8
中粒砂	14.8	46.0	4.2	57.7	30.4	42.1
細粒砂	61.0	42.4	30.9	17.7	42.6	16.3
% 微細粒砂	15.0	5.7	17.5	0.2	1.5	0.3
泥	2.5	3.0	45.4	1.0	8.9	0.8

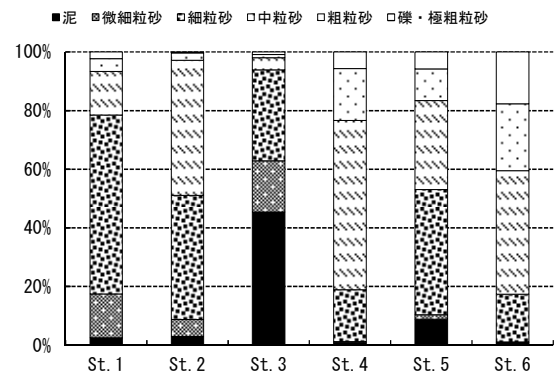


圖 5-2. 十三湖底質分析結果 (2018 年 7 月)

表 4-3. 十三湖底質分析結果 (2018 年 9 月)

調查地點	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
水深 (m)	0.3	0.5	1.8	0.8	1.0	0.3
含水率 (%)	31.7	49.7	52.3	23.1	21.6	26.1
乾泥率 (%)	68.3	50.3	47.7	76.9	78.4	73.9
強熱減量 (%)	2.5	4.8	6.8	1.4	1.5	1.2
礫・極粗粒砂	1.6	0.1	9.7	7.7	9.5	5.5
粗粒砂	6.3	1.0	0.0	19.2	17.2	16.6
中粒砂	46.7	22.8	1.7	54.7	31.4	52.1
細粒砂	40.5	40.8	28.9	16.4	39.6	25.6
% 微細粒砂	2.7	9.9	19.4	0.0	1.1	0.2
泥	2.2	25.4	40.3	2.0	1.2	0.0

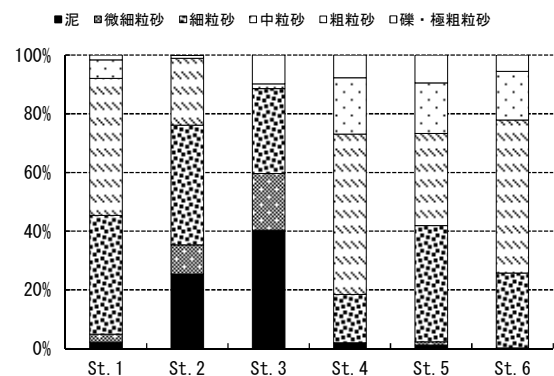


圖 5-3. 十三湖底質分析結果 (2018 年 9 月)

表 5-1. 小川原湖ペントス分析結果 (2018 年 5 月)

調査月日		2018年5月17日																
調査地点		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		エグマンバージ2回分 (0.045m)当たりの個体数と湿重量				
水深 (m)		4.6		4.2		5.1		3.5		4.0		4.7		合計	平均			
ペントス現存量		個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)			
刺胞動物	ヒドロ虫綱	ヒドロ科	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	0	0.00	0	0.00	5	0.01	0	0.00	1	0.00	3	0.01	9	0.02		
紐形動物	-	-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.05	4	0.05		
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	35	5.00	8	0.61	70	90.49	37	47.60	39	60.81	122	96.42	311	300.93		
		シジミ属の一種	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		ドブガイ属の一種	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
環形動物	腹足綱	-	4	0.05	13	0.09	6	0.11	3	0.04	2	0.01	1	0.01	29	0.31		
	多毛綱	-	0	0.00	10	0.04	19	0.15	6	0.02	4	0.03	11	0.04	50	0.28		
	貧毛綱	-	41	0.02	21	0.01	33	0.02	3	0.00	0	0.00	121	0.08	219	0.13		
節足動物	甲殻綱	スナウミナナフシ科	0	0.00	2	0.04	8	0.06	5	0.07	2	0.02	2	0.01	19	0.20		
		その他の等脚目	2	0.00	0	0.00	2	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	5	0.00		
		端脚目	1	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	3	0.00		
		タナイス目	0	0.00	0	0.00	19	0.01	23	0.01	5	0.00	45	0.02	92	0.04		
		アミ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
		十脚目	0	0.00	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	259	0.12	48	0.13	9	0.01	22	0.01	2	0.00	48	0.03	388	0.30	
		その他	6	0.01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	0.00	11	0.01		

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 5-2. 小川原湖ペントス分析結果 (2018 年 7 月)

調査月日		2018年7月25日																
調査地点		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		エグマンバージ2回分 (0.045m) 当たりの個体数と湿重量				
水深 (m)		3.7		3.8		4.4		4.4		4.8		3.7		合計	平均			
ペントス現存量		個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)			
刺胞動物	ヒドロ虫綱	ヒドラ科	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	0	0.00	0	0.00	3	0.00	2	0.00	1	0.00	0	0.00	6	0.00		
紐形動物	-	-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	28	15.20	72	28.50	154	79.80	92	40.70	207	111.70	42	23.00	595	298.90		
		シジミ属の一種	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		ドブガイ属の一種	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
環形動物	腹足綱	-	8	0.07	16	0.15	2	0.06	8	0.10	1	0.01	0	0.00	35	0.39		
		多毛綱	-	3	0.03	4	0.02	7	0.05	11	0.08	5	0.03	1	0.01	31	0.21	
		貧毛綱	-	21	0.01	41	0.03	32	0.02	0	0.00	1	0.00	31	0.03	126	0.09	
節足動物	甲殻綱	スナウミナナフシ科	2	0.02	3	0.06	10	0.14	3	0.02	8	0.11	5	0.05	31	0.41		
		その他の等脚目	0	0.00	1	0.00	5	0.02	1	0.00	6	0.01	0	0.00	13	0.04		
		端脚目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00		
		タナイス目	0	0.00	0	0.00	3	0.00	5	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.00		
		アミ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00		
		十脚目	0	0.00	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	1	0.00	0	0.00	3	0.00	6	0.00	2	0.00	14	0.00	26	0.01	
		その他	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

注：湿重量の0.00は0.005g未満を示す。

表 5-3. 小川原湖ペントス分析結果 (2018 年 9 月)

調査月日		2018年9月18日																
調査地点		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		エグマンバージ2回分 (0.045m)当たりの個体数と湿重量				
水深 (m)		5.2		4.2		3.8		3.0		4.0		4.0		合計		平均		
ペントス現存量		個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	
刺胞動物	ヒドロ虫綱	ヒドロ科	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00
	ウズムシ綱	ウズムシ目	0	0.00	0	0.00	2	0.00	7	0.01	66	0.02	10	0.01	85	0.04	14	0.01
扁形動物	-	-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
紐形動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	80	49.91	117	32.63	84	114.57	89	54.46	173	96.44	88	58.64	631	406.65	105	67.78
		シジミ属の一種	12	3.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12	3.50	2	0.58
軟体動物		ドブガイ属の一種	1	0.01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0.00
		腹足綱	6	0.06	7	0.07	4	0.02	14	0.12	29	0.20	3	0.03	63	0.50	11	0.08
環形動物	多毛綱	-	2	0.03	19	0.05	15	0.10	0	0.00	0	0.00	3	0.05	39	0.23	7	0.04
	貧毛綱	-	22	0.02	52	0.03	45	0.03	0	0.00	4	0.00	30	0.02	153	0.10	26	0.02
節足動物	甲殻綱	スナウミナナフシ科	2	0.00	11	0.02	3	0.02	7	0.05	12	0.11	7	0.02	42	0.22	7	0.04
		その他の等脚目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	50	0.18	16	0.06	1	0.00	67	0.24	11	0.04
		端脚目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	27	0.02	0	0.00	27	0.02	5	0.00
		タナイス目	0	0.00	0	0.00	1	0.00	8	0.00	42	0.01	0	0.00	51	0.01	9	0.00
		アミ目	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
		十脚目	0	0.00	0	0.00	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	1	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00	2	0.00	5	0.00	9	0.00	2	0.00	
	その他	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	18	0.03	18	0.03	3	0.01	

表 6-1. 十三湖ベントス分析結果 (2018 年 5 月)

調査月日		2018年5月17日													
調査地点		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		エグマンバージ2回分	
水深 (m)		0.7		0.8		2.1		1.0		1.5		0.7		合計	平均
ベントス現存量		個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
紐形動物	-	-	1	0.006	0	0.000	1	0.042	0	0.000	0	0.000	2	0.05	0.3
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	20	8.4	47	55.6	0	0.0	216	17.5	10	11.5	63	136.3	356
	腹足綱	-	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
環形動物	多毛綱	-	4	0.003	5	0.008	44	0.063	5	0.003	70	0.159	1	0.006	129
	貧毛綱	-	0	0.000	0	0.000	58	0.214	4	0.003	32	0.101	0	0.000	94
節足動物	甲殻綱	ウミナナフシ類	3	0.021	0	0.000	1	0.020	1	0.005	3	0.029	0	0.000	8
		その他の等脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		端脚目	0	0.000	0	0.000	1	0.005	1	0.001	1	0.002	1	0.002	4
		タナイス目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		アミ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		十脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
	昆虫綱	ユスリカ科	154	0.042	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	154
		その他	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00

表 6-2. 十三湖ベントス分析結果 (2018 年 7 月)

調査月日		2018年7月18日													
調査地点		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		エグマンバージ2回分	
水深 (m)		0.6		0.8		2.2		1.1		1.4		0.5		合計	平均
ベントス現存量		個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
紐形動物	-	-	2	0.005	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.01	0.3
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	71	10.7	128	22.6	1	0.2	242	31.8	6	5.1	80	150.1	528
	腹足綱	-	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
環形動物	多毛綱	-	2	0.002	0	0.000	30	0.065	1	0.004	30	0.066	2	0.003	65
	貧毛綱	-	0	0.000	2	0.007	7	0.011	0	0.000	0	0.034	1	0.001	10
節足動物	甲殻綱	ウミナナフシ類	6	0.019	0	0.000	0	0.000	0	0.000	4	0.020	7	0.074	17
		その他の等脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		端脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.003	7	0.000	8	0.010	16
		タナイス目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		アミ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		十脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
	昆虫綱	ユスリカ科	53	0.006	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	53
		その他	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00

表 6-3. 十三湖ベントス分析結果 (2018 年 9 月)

調査月日		2018年9月13日													
調査地点		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		エグマンバージ2回分	
水深 (m)		0.3		0.5		1.8		0.8		1.0		0.3		合計	平均
ベントス現存量		個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)
扁形動物	ウズムシ綱	ウズムシ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
紐形動物	-	-	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
軟体動物	二枚貝綱	ヤマトシジミ	148	43.1	90	28.3	10	0.1	570	36.7	10	2.1	25	18.3	853
	タイワンシジミ	-	0	0.000	5	-	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	5
環形動物	多毛綱	-	2	0.010	0	0.000	20	0.019	4	0.004	60	0.062	6	0.006	92
	貧毛綱	-	4	0.002	45	0.095	84	0.115	3	0.006	4	0.004	1	0.001	141
節足動物	甲殻綱	ウミナナフシ類	2	0.004	3	0.024	0	0.000	1	0.001	5	0.015	5	0.020	16
		その他の等脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		端脚目	0	0.000	0	0.000	1	0.001	1	0.001	1	0.001	0	0.000	3
		タナイス目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		アミ目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00
		十脚目	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	1	0.011	0	0.00	1
	昆虫綱	ユスリカ科	4	0.001	1	0.001	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	5
		その他	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00

小川原湖における糸状藍藻類の発生メカニズムの解明と対策の検討事業

静一徳・眞家永光¹

目 的

形態的な特徴に乏しい異臭産生糸状藍藻類のモニタリング手法を確立し、小川原湖で異臭被害の原因となる糸状藍藻類の発生メカニズムを解明するとともに対策を検討する。

材料と方法

1. 糸状藍藻類モニタリング

(1) 調査月日

2018年4月～2019年3月（2019年1月～2月は結氷のため中止）に各月1回

(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

2017年10月11日のみ：内沼、姉沼を除く9地点の0m

(3) 調査体制

内水面研究所、北里大学

(4) 調査内容

各定点において表層はボトルを沈め、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、1%ルゴール液で固定した。糸状藍藻はガス胞による浮上により沈殿濃縮が難しかったため、未濃縮サンプルを計数に供した。外部形態として、2-MIB産生能の報告がある *Pseudanabaena galeata*、*P. catenata*、*P. cinerea*、*P. yagii*、*P. foetida*に近い形態、すなわちトリコーム（糸状体）が真直ぐかやや曲がり、細胞隔壁部がくびれ、細胞幅が $1.6\mu\text{m}$ ～ $2.8\mu\text{m}$ 、細胞の長さが幅より長い特徴を有する *Pseudanabaena* を計数対象とした。湖水中の糸状体密度を、 $100\mu\text{m}$ の糸状体1本を1 unit とした、units/mL で算出した。

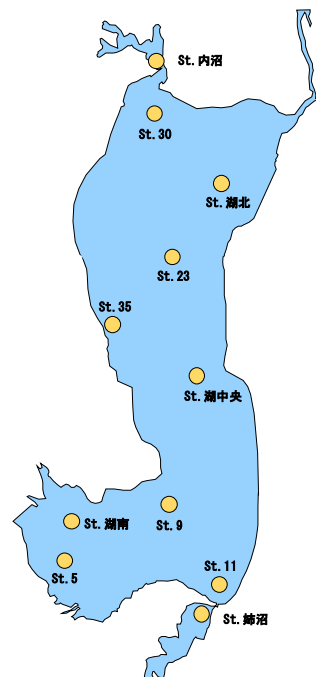


図1. 調査定点図

2. 簡便なモニタリング技術の検討：DNA分析によるモニタリング技術の開発

2-MIB産生シアノバクテリアの特異的定量技術開発のため、2-MIB合成酵素遺伝子を標的としたリアルタイムPCR（プローブ法）による定量手法を検討した。シアノバクテリアの2-MIB合成酵素遺伝子を標的とした既存のプライマーとプローブ（CRTf、CRT_r、Ctaq）¹⁾を使用した。

プライマーの特異性検討には、小川原湖から単離された糸状シアノバクテリア5株²⁾を使用した。5株の内訳は、2-MIB合成酵素遺伝子を有し墨汁臭を産生する *Pseudanabaena* 属の1株（*Pseudanabaena* sp. AIFI-4株）に加え、墨汁臭を産生しない4株：16S rRNAのV3-V4領域配列により *Pseudanabaena* 属と推定された2株、*Limnnothrix* 属と推定された1株、*Planktothrix* 属と推定された1株である。これらの抽出DNAについて、上記プライマー¹⁾を使用し、PCR酵素に Platinum® DNA Taq polymerase (Invitrogen,

¹ 北里大学獣医学部

発表誌：Shizuka, K., M. Ikenaga, J. Murase, N. Nakayama, N. Matsuya, W. Kakino, H. Taruya, & N. Maie (2020) Diversity of 2-MIB-producing cyanobacteria in Lake Ogawara: Microscopic and molecular ecological approaches. *Aquaculture Science*, 68, 9-23.

Carlsbad, CA) を用いて PCR を実施した。2%アガロースゲル電気泳動により増幅の有無を確認した。

検鏡値に含まれる 2-MIB 産生株の割合を検討するため、2017 年 1 月～10 月のサンプルについて、リアルタイム PCR による 2-MIB 産生株の定量を行った。定量は検量線法で行った。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 株の抽出 DNA を使用した。

結果と考察

1. 糸状藍藻類モニタリング

2018 年 4 月～2019 年 3 月（1 月、2 月は結氷のため中止）に月 1 回のモニタリングを行った結果、計数対象の *Pseudanabaena* は検出されなかった。

2. 簡便なモニタリング技術の検討～リアルタイム PCR によるモニタリング技術の開発

糸状シアノバクテリア 5 株を対象に、2-MIB 合成酵素遺伝子を標的とした既存プライマーによる PCR を行った結果、2-MIB 産生能を持つ 1 株 (*Pseudanabaena* sp. AIFI-4) のみで、期待される 249bp 前後の増幅産物が確認され（図 2）、当プライマーが 2-MIB 産生シアノバクテリアを特異的に検出することが確認された。

2017 年 1 月～10 月の湖水サンプルについて、リアルタイム PCR による 2-MIB 産生シアノバクテリアの定量値 (*Pseudanabaena* sp. AIFI-4 の 100 μ m 糸状体密度換算) と、検鏡による *Pseudanabaena* 密度を比較した（図 3）。両手法における定量値は、地点間の大小関係は大まかには合致したが ($r^2 = 0.584$)、リアルタイム PCR による定量値は検鏡値の約 8% であった（リアルタイム PCR 値 = 0.0806 × 検鏡値 - 1.26）。このことから、小川原湖には 2-MIB を産生しない *Pseudanabaena* も存在し、検鏡値には 2-MIB を産生しない *Pseudanabaena* が多量に含まれていたと推察され、リアルタイム PCR によるモニタリングの必要性が支持された。

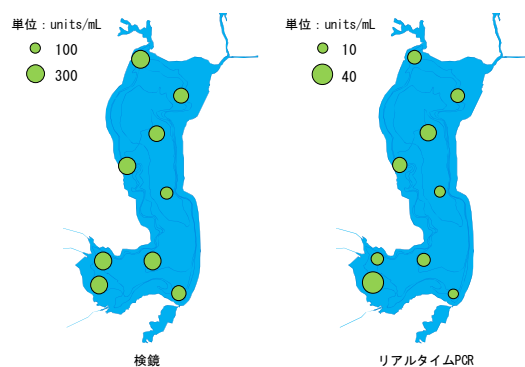
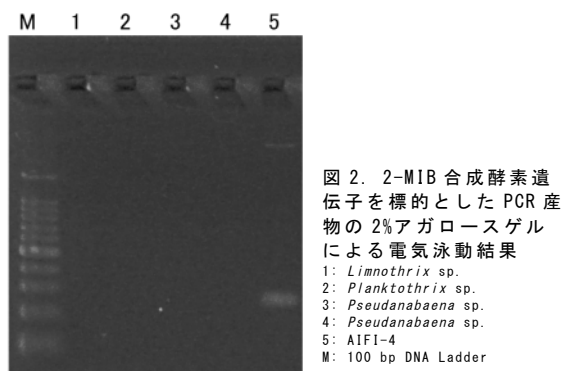


図 3. 定量手法別の *Pseudanabaena* 分布状況 (2017 年 10 月 11 日)

謝 辞

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

参考文献

- 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) 静一徳・眞家永光 (2021) 小川原湖における糸状藍藻類の発生メカニズムの解明と対策の検討事業. 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, 89-92.

河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業

松谷 紀明¹

目 的

ニホンウナギ（以下、ウナギ）は資源量が減少しており、資源管理の必要性が高まっている。ウナギ産地として北限となる青森県では主に小川原湖において延縄やふくろ網（小型定置網）によって 12 トン（2013 年度）のウナギが漁獲されている。しかし、その漁獲実態の詳細については把握されておらず、不明な点が多い。他方、最近の研究によって、淡水域での生活履歴をほとんど有さない、いわゆる「海ウナギ」が存在することがわかってきており、再生産に寄与している可能性が指摘されている。

そこで、本事業では汽水湖である小川原湖におけるウナギの漁獲実態、汽水域を利用するウナギ（以下、汽水ウナギ）の分布・出現状況及び生物学的特性について把握することを目的とする。なお、本事業は、水産庁委託事業である河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業の一環として実施された。

材料と方法

1. 小川原湖におけるウナギ漁獲実態調査

小川原湖（図 1）におけるウナギの漁獲実態を把握するため、2018 年 6～9 月の漁期中、ウナギ延縄漁業者 2 名及び小型定置網漁業者 2 名に操業日誌への記録を依頼し、回収した操業日誌を整理した。

2. 高瀬川におけるシラスウナギ来遊調査

小川原湖の流出河川である高瀬川（図 1）におけるシラスウナギの来遊の有無を把握するため、2018 年 1 月及び 3～5 月の新月の大潮に高瀬川の河口から約 400m 上流の地点において、集魚灯に蟄集するシラスウナギをたも網で採捕した。

3. 小川原湖におけるウナギの移動・分布・成長調査

小川原湖におけるウナギの移動・分布・成長を把握するため、2016 年 5 月及び 2017 年 5 月にイラストマー標識および DNA 個体識別¹⁾を施して放流^{2、3)}した標識魚の追跡調査をした。

2018 年 6 月 4～5 日に小川原湖漁業協同組合が放流用に購入した宮崎県の養鰻場で養殖されたウナギ計 481 尾を魚類・甲殻類麻酔剤（DS ファーマアニマルヘルス社 FA-100）により麻酔した後、全長及び体重を測定し、緑色のイラストマー標識を施した。なお、2018 年放流群については DNA 個体識別分析を行わないこととしたため、DNA 分析用試料の採取は行わなかった。6 月 7 日に、斃死した 1 尾を除く 480 尾の標識魚を小川原湖内の 5 地点にそれぞれ 96 尾ずつ放流した。また、同じ養鰻場で養殖されたウナギの測定を行った。後日、漁獲により再捕された標識魚の精密測定を行った。

4. 小川原湖におけるウナギの生物学的特性調査

小川原湖におけるウナギの生物学的特性を把握するため、2018 年 6～11 月に小川原湖において延縄及びふくろ網により漁獲されたウナギを精密測定した。

5. 高瀬川における下りウナギ調査

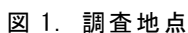
海へと移動するウナギの生物学的特性を把握するため、2018 年 10～11 月に小川原湖の流出河川である高瀬川において、建網により海へと移動するウナギの採捕調査を行い、採捕されたウナギの精密測定を行った。

6. 淡水湖におけるウナギ生息状況調査

青森県内の淡水湖におけるウナギの成長について把握するため、2016 年 5 月に大沼（図 1）に放流²⁾された標識魚の追跡調査を行った。2018 年 6 月 17 日及び 7 月 9 日に大沼において延縄によるウナギの

¹ 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所

また、淡水湖から海へと移動するウナギの生物学的特性を把握するため、2018 年 9～11 月に大沼の流出河川である大沼川及び左京沼（図 1）の流出河川である左京沼川において建網により海へと移動するウナギの採捕調査を行った。大沼川におけるシラスウナギの来遊の有無を把握するため、2018 年 5～6 月の新月の大潮に、大沼川内において集魚灯に蟬集するシラスウナギをたも網で採捕した。



1. 小川原湖におけるウナギ漁獲実態調査

2018 年漁期中の漁獲量は、ウナギ延縄漁業者 A が 92.6kg、ウナギ延縄漁業者 B が 2.5kg であった（表 1）。漁業者 A は 2017 年の漁獲量²⁾ 42.6kg から増加した一方、漁業者 B は 2017 年の漁獲量²⁾ 100.6kg から減少したが、漁業者 A は 2017 年に、漁業者 B は 2017 年及び 2018 年に長期間延縄操業ができなかったことも漁獲量の変動に影響していたと考えられた。また、2018 年漁期中の漁業者 A の漁獲尾数は 217 尾であったことから、漁獲物の平均体重は 426g と算出され、2016 年の平均体重²⁾ 366g、2017 年の平均体重³⁾ 377g と大きな変化はみられなかった。漁業者 B の漁獲尾数に関する詳細な記録はないが、漁業者 A の漁獲物の 2018 年の漁獲物の平均体重を当てはめると、漁業者 B は 2018 年に 6 尾漁獲したと推定された。

一方、小川原湖内の小型定置網では、ふくろ網が6月21日から8月31日まで禁漁となるため、禁漁

前の6月20日まで及び解禁となる9月1日以降にウナギが漁獲されていた。また、ふくろ網は水深3m域で操業されていた。小型定置網漁業者Cからは2018年漁期中に4.0kgの漁獲報告があり、漁業者Dからの漁獲報告はなかった。

2016～2018年の操業情報から、小川原湖におけるウナギの分布は、湖全域の水深1～11m域であると考えられた(図3)。なお、2018年度の小川原湖全体のウナギ漁獲量は、小川原湖漁業協同組合調べによると778kgであり、小川原湖におけるウナギ漁獲の特徴として、総漁獲に占める延縄による漁獲割合が高いことが推察されたが、より詳細な漁獲実態を把握するためには湖全体での時期別・漁法別漁獲量データの整理が求められる。

表1. 小川原湖におけるウナギ延縄漁実態調査結果

年	月	ウナギ延縄漁業者A				ウナギ延縄漁業者B			計		
		操業日数 (日)	漁獲量 (kg)	漁獲尾数 (尾)	操業水深 (m)	操業日数 (日)	漁獲量 (kg)	操業水深 (m)	操業日数 (日)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/隻・日)
2018年	6月	8	11.6	36	2.0～3.0	1	1.5	1.0～2.0	9	13.1	1.5
	7月	20	38.0	92	1.0～3.0	1	1.0	1.0～2.0	21	39.0	1.9
	8月	10	22.5	44	1.0～2.0	0	0.0	-	10	22.5	2.3
	9月	9	20.5	45	3.0～8.0	0	0.0	-	9	20.5	2.3

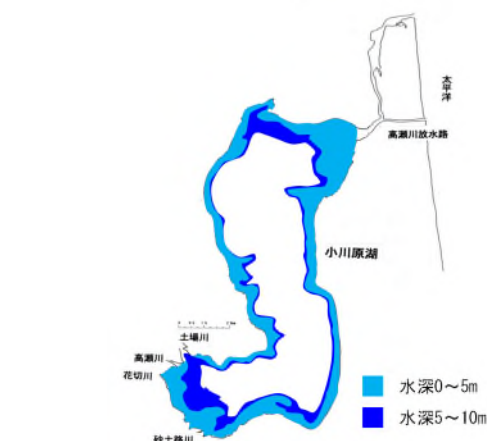
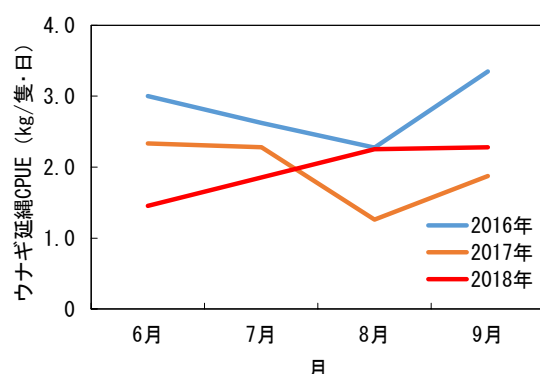


図2. 小川原湖におけるウナギ延縄漁業の月別 CPUE

図3. 小川原湖におけるウナギ延縄操業水深から推察されたウナギ分布域

2. 高瀬川におけるシラスウナギ来遊調査

小川原湖の流出河川である高瀬川下流域において、新月の大潮にシラスウナギ来遊調査を行った結果、2018年4月17日に5尾、5月13～14日に3尾のシラスウナギが採捕された(表2)。採捕時の水温は4月が7.6～7.7℃、5月が10.6～10.8℃であり、色素胞発育段階⁴⁾は4月がV_{B1}～V_{B2}、5月がVI_{A1}であった(表2)。

高瀬川において1964年に行われた調査⁵⁾以来、52年ぶりにシラスウナギの来遊が確認された2016年²⁾から3年連続でシラスウナギの来遊が確認された。3年間の調査を通しての採捕時水温範囲は7.5～12.9℃であった。また、採集されたシラスウナギの色素胞発育段階はV_{B1}以降であった。高瀬川への来遊時期は調査結果から3～6月と推定された。

表 2. 高瀬川におけるシラスウナギ来遊調査結果

調査年月日	採捕人数 (人)	採捕尾数 (尾)	採捕時間	全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	色素胞 発育段階	採捕時水温 (℃)	採捕時塩分 (ppt)
1月19日	2	0							
3月18日	2	0							
2018年	4月17日	2	5						
			2:25	62.28	0.17	0.70	V _{B2}	7.7	1.0
			3:06	59.91	0.12	0.56	V _{B1}	7.7	1.0
			3:11	60.75	0.14	0.62	V _{B2}	7.7	1.0
			3:11	64.88	0.17	0.62	V _{B1}	7.7	1.0
			3:26		0.12		V _{B1}	7.6	1.0
	5月13~14日	3	3						
			0:22	60.52	0.13	0.59	VI _{A1}	10.8	27.2
			0:42	59.64	0.11	0.52	VI _{A1}	10.7	29.6
			0:50	59.61	0.09	0.42	VI _{A1}	10.6	31.0

3. 小川原湖におけるウナギの移動・分布・成長調査

小川原湖内における移動・分布・成長を把握するために、2016年に平均全長 28.6cm、平均体重 27.6g の養殖ウナギ 531 尾（放流前に 1 尾斃死）にイラストマー標識及び DNA 個体識別を施して湖内 5 地点に放流し、標識魚の追跡調査をした（図 4-1）。その結果、2016 年放流群では 2016 年に 6 尾、2017 年に 6 尾、2018 年に 6 尾の計 18 尾が再捕された。再捕されたウナギの全長の最大値は、放流後 505 日に再捕された個体の全長 59.8cm であり、放流時から全長 23.1cm 成長していた（表 5-1 の No. 12、図 5）。放流時からの全長の変化量では、最大で放流後 767~776 日で 26.1cm 大きくなった個体が出現した（表 5-1 の No. 18、図 5）。2016 年放流群全体の平均成長速度は 1.2cm/月であった。

2017 年には、イラストマー標識及び DNA 個体識別を施した平均全長 29.3cm、平均体重 27.9g の 480 尾の養殖ウナギを湖内 5 地点にそれぞれ 96 尾ずつ放流し、標識魚の追跡調査をした（図 4-2）。その結果、2017 年放流群では 2017 年に 8 尾、2018 年に 11 尾の計 19 尾が再捕された。放流後 3 日で再捕された個体については、全長及び体重を測定した後、再放流した（表 5-2 の No. 1）。DNA 個体識別の結果、2 尾については DNA 型が一致した個体が存在したものの、放流時から再捕時にかけて全長のマイナス成長がみられたため、データからは除外した（表 5-2 の No. 3 及び No. 5）。再捕されたウナギの全長の最大値は、放流後 509 日で再捕された個体の全長 61.6cm であり、放流時から全長 20.3cm 成長していた（表 5-2 の No. 19、図 5）。除外した 2 尾を除いた 17 尾の平均成長速度は 1.2cm/月であった。

2016 年放流群の成長速度 1.2cm/月及び 2017 年放流群の成長速度 1.2cm/月と高知県物部川における放流ウナギの成長速度 8.4cm/3 年⁶⁾を比較すると、本調査における成長速度の方が高かった。ただし、本調査で得られた平均成長速度は漁獲によって再捕された個体のデータを元に算出した値であり、再捕されていない個体は低成長である可能性、斃死した可能性がある点について留意する必要がある。

また、2016 年放流群及び 2017 年放流群に共通する特徴として、放流から 1 年以上経過した後に再捕された個体はすべて雌であった（表 5-1、表 5-2、図 5）。放流時のウナギサブサンプルの性判別結果では、性判別可能であったもののうち、2016 年放流群及び 2017 年放流群の雌雄比はそれぞれ雄:雌=40 尾:2 尾、14 尾:7 尾であり雄が優占していたため、再捕魚が雌に偏っている理由については今後も継続調査が必要である。

放流地点別にみると、2016 年放流群では、図 4-1 に示す湖北西部の④の地点に放流されたウナギの再捕尾数が 9 尾と最も多かった。また、地点④に放流されたウナギがその後、地点③において 5 尾再捕されており、地点④から地点③へと東側に移動している傾向がみられた（表 5-1）。2017 年放流群では、湖中央から湖南部の①、②及び⑤に放流されたウナギが多く再捕された（図 4-2）。2016 年放流群のような移動傾向はみられておらず、今後、例数を増やして精査する必要がある（表 5-2）。

2018 年には、イラストマー標識を施した平均全長 38.9cm、平均体重 67.7g の 480 尾の養殖ウナギを湖内 5 地点にそれぞれ 96 尾ずつ放流した。標識魚と同じ養鰻場で養殖されたウナギ 28 尾を測定した結果、平均全長は 37.7cm、平均体重は 68.8g であった。性判別の結果、雄が 11 尾、雌が 15 尾であり、雌

が多かった。2019 年 3 月 31 日までに 17 尾の再捕があった（表 5-3）。そのうち、15 尾は放流から 3 週間以内に再捕されたものであり、今後日数を経過してから再捕される個体について分析する必要がある。



図 4-1. 小川原湖における標識魚放流地点
(2016 年放流群)

表 3-1. 小川原湖における放流地点別放流尾数、再捕尾数
及び再捕率（2016 年放流群、2019 年 3 月 31 日時点）

放流地点	放流尾数* (尾)	再捕尾数 (尾)	再捕率 (%)
①	120	3	2.5
②	120	2	1.7
③	120	3	2.5
④	120	9	7.5
⑤	51	1	2.0
計	531	18	3.4

* 放流前に斃死した1尾を含む。



図 4-2. 小川原湖における標識魚放流地点
(2017 年放流群)

表 3-2. 小川原湖における放流地点別放流尾数、再捕尾数
及び再捕率（2017 年放流群、2019 年 3 月 31 日時点）

放流地点	放流尾数 (尾)	再捕尾数* (尾)	再捕率* (%)
①	96	6	6.3
②	96	4	4.2
③	96	2	2.1
④	96	1	1.0
⑤	96	3	3.1
計	480	16	3.3

* 全長のマイナス成長がみられた2個体を除く。



図 4-3. 小川原湖における標識魚放流地点
(2018 年放流群)

表 3-3. 小川原湖における放流地点別放流尾数
(2018 年放流群、DNA 個体識別なし)

放流地点	放流尾数 (尾)
①	96
②	96
③	96
④	96
⑤	96
計	480

表 4. 標識魚と同じ養鰻場に由来する養殖ウナギの測定結果

No.	全長 (cm)	体重 (g)	性別	No.	全長 (cm)	体重 (g)	性別	No.	全長 (cm)	体重 (g)	性別
1	35.2	51.2	♀	11	38.6	72.3	♀	21	38.6	77.7	♂
2	35.4	61.9	♀	12	40.9	83.1	♀	22	38.7	72.8	♂
3	36.3	59.9	♀	13	41.2	84.0	♀	23	38.8	84.9	♂
4	36.5	56.0	♀	14	42.1	100.4	♀	24	38.9	70.4	♂
5	36.6	60.0	♀	15	44.6	119.2	♀	25	39.0	64.7	♂
6	36.7	68.3	♀	16	34.0	51.1	♂	26	40.2	77.5	♂
7	37.1	66.7	♀	17	35.0	65.5	♂	27	32.3	43.4	不明
8	37.8	76.8	♀	18	36.9	68.6	♂	28	33.3	36.5	不明
9	38.0	52.4	♀	19	37.2	59.6	♂				
10	38.5	68.9	♀	20	38.2	72.2	♂				

表 5-1. 再捕された標識魚の測定結果（2016 年放流群）

No.	放流 年月日	放流時		放流 地点	再捕 年月日	放流後 日数	再捕時		性別	放流時からの成長		再捕 地点*
		全長 (cm)	体重 (g)				全長 (cm)	体重 (g)		全長 (cm)	体重 (g)	
1	2016年5月25日	37.1	55.9	②	6月28日	34	37.5	47.3	♂	0.4	-8.6	②
2		33.6	39.9	④	7月4日	40	33.8	34.7	♂	0.2	-5.2	④
3		37.2	56.8	④	10月16日	144	53.0	193.3	♀	15.8	136.5	③
4		36.1	51.9	③	10月29日	157	47.5	118.7	♀	11.4	66.8	③
5		33.6	50.3	①	10月29日	157	43.6	96.2	♀	10.0	45.9	③
6		31.4	33.0	④	10月29日	157	43.4	83.0	♀	12.0	50.0	③
7		36.3	51.3	③	6月9日	380	49.2	101.6	♀	12.9	50.3	②
8		30.7	34.8	④	8月18日	450	47.8	157.2	♀	17.1	122.4	④
9		26.0	15.1	④	8月18日	450	47.7	141.1	♀	21.7	126.0	③
10		26.2	15.0	③	9月7日	470	43.1	87.5	♀	16.9	72.5	③
11		35.0	56.1	②	9月13日	476	55.0	264.0	♀	20.0	207.9	③
12		36.7	53.9	④	10月12日	505	59.8	276.1	♀	23.1	222.2	③
13		27.2	21.7	①	6月中旬～下旬	747～766	45.4	110.5	♀	18.2	88.8	不明
14		37.4	51.2	⑤	6月19日	755	55.6	243.4	♀	18.2	192.2	④
15		33.5	36.8	①	6月25日	761	56.3	304.5	♀	22.8	267.7	①
16		35.4	39.3	④	6月26日	762	53.3	143.7	♀	17.9	104.4	④
17		29.5	24.0	④	7月上旬	767～776	49.3	115.5	♀	19.8	91.5	不明
18		21.0	9.2	④	7月上旬	767～776	47.1	127.9	♀	26.1	118.7	不明

* 再捕地点は最寄りの放流地点番号

表 5-2. 再捕された標識魚の測定結果（2017 年放流群）

No.	放流 年月日	放流時		放流 地点	再捕 年月日	放流後 日数	再捕時		性別	放流時からの成長		再捕 地点*
		全長 (cm)	体重 (g)				全長 (cm)	体重 (g)		全長 (cm)	体重 (g)	
1	2017年5月30日	不明	不明		6月2日	3	27.8	21.4	不明	不明	不明	不明
2		34.9	57.1	①	6月8日	9	35.0	51.1	不明	0.1	-6.0	①
3				②	6月14日	15	28.1	22.6	不明			①
4		29.3	30.4	①	6月20日	21	30.8	26.8	不明	1.5	-3.6	②
5				⑤	6月20日	21	28.0	20.0	♀			②
6		29.1	25.6	⑤	7月10日	41	38.6	69.1	♂	9.5	43.5	①
7		40.1	78.0	②	8月21日	83	40.2	80.2	不明	0.1	2.2	①
8		22.9	10.2	①	10月22日	145	32.3	55.6	♀	9.4	45.4	③
9		34.3	36.4	②	6月中旬～下旬	377～396	39.7	71.3	♀	5.4	34.9	不明
10		37.5	52.7	③	6月中旬～下旬	377～396	43.1	77.0	♀	5.6	24.3	不明
11		25.8	15.1	②	6月25日	391	33.7	41.3	♀	7.9	26.2	③
12		32.2	40.7	③	6月29日	395	41.5	107.6	♀	9.3	66.9	③
13		36.8	57.4	⑤	7月上旬	397～406	48.8	181.0	♀	12.0	123.6	②
14		30.8	33.2	⑤	7月上旬	397～406	44.7	152.2	♀	13.9	119.0	③
15		39.8	80.6	②	7月12日	408	51.0	192.3	♀	11.2	111.7	③
16		31.9	31.9	④	7月16日	412	40.1	76.8	♀	8.2	44.9	④
17		34.5	37.8	①	8月27日	454	42.4	95.9	♀	7.9	58.1	④
18		37.0	56.6	①	9月下旬	479～488	42.6	91.3	♀	5.6	34.7	不明
19		41.3	94.0	①	10月21日	509	61.6	292.3	♀	20.3	198.3	③

* 再捕地点は最寄りの放流地点番号

表 5-3. 再捕された標識魚の測定結果（2018 年放流群）

No.	放流 年月日	放流時		放流 地点	再捕 年月日	放流後 日数	再捕時		性別	放流時からの成長		再捕 地点*
		全長 (cm)	体重 (g)				全長 (cm)	体重 (g)		全長 (cm)	体重 (g)	
1	2018年6月7日				6月9日	2	40.7	82.8	♂			①
2					6月9日	2	33.6	39.8	不明			①
3					6月9日	2	42.0	91.5	♀			④
4					6月9日	2	42.0	92.3	♂			①
5					6月9日	2	39.1	79.0	♂			①
6					6月9日	2	35.4	54.0	♂			①
7					6月9日	2	32.4	37.1	不明			①
8					6月11日	4	37.0	63.2	♀			①
9					6月11日	4	39.1	77.8	♂			①
10					6月13日	6	33.5	44.8	不明			①
11					6月14日	7	40.8	84.7	♀			①
12					6月18日	11	36.5	52.9	♂			①
13					6月20日	13	36.6	56.0	♂			①
14					6月22日	15	43.5	90.1	♂			①
15					6月27日	20	43.2	99.1	♀			④
16					8月17日	71	38.6	63.7	♀			④
17					9月18日	103	40.4	82.1	♀			③

* 再捕地点は最寄りの放流地点番号

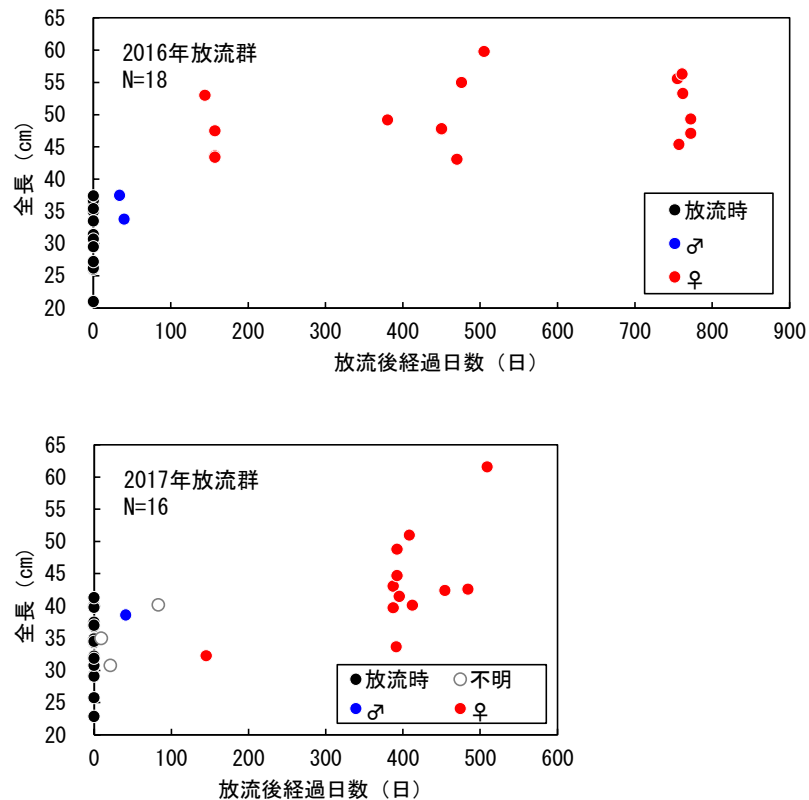


図 5. 小川原湖における再捕された標識魚の成長（上：2016 年放流群、下：2017 年放流群）

4. 小川原湖におけるウナギの生物学的特性調査

2018 年 6～11 月に小川原湖においてふくろ網により漁獲されたウナギを 30 尾、延縄により漁獲されたウナギを 140 尾精密測定した。

小川原湖内における銀ウナギの出現状況を調べた結果、2018 年 6 月に延縄によって雌の銀ウナギが 1 尾採捕された。生殖腺指数は 0.7（表 6-1 の No. 22）であり、9 月以降に採捕される銀ウナギのような卵巣発達は確認されなかった。7 月には延縄によって 2 尾の銀ウナギが採捕されたが、生殖腺指数はそれぞれ 0.0（表 6-1 の No. 86、生殖腺がみられず性別不明）、0.4（表 6-1 の No. 87）であり、性成熟が進行していない個体と考えられた。9 月以降は 3 年連続でふくろ網によって銀ウナギが採捕されており、2018 年は生殖腺指数 1.9 の雌の銀ウナギが 1 尾採捕された（表 6-2 の No. 149）。

2016～2018 年の 3 年間で小川原湖内において採捕された計 15 尾の銀ウナギの全長範囲は 50.5～100.3cm、体重範囲は 156～1,660g であり、性判別の結果、生殖腺がみられず性別不明であった 1 尾を除いてすべて雌であった。

精密測定したすべてのウナギのうち性判別可能であった雌雄の各尾数は、雄:雌=15 尾:149 尾であった。2016 年が雄:雌=4 尾:87 尾²⁾、2017 年が雄:雌=2 尾:114 尾³⁾であり、3 年間を通して雌が優占する傾向が示されたことから、小川原湖には雌ウナギが多く分布していると考えられた（表 6、図 7）。

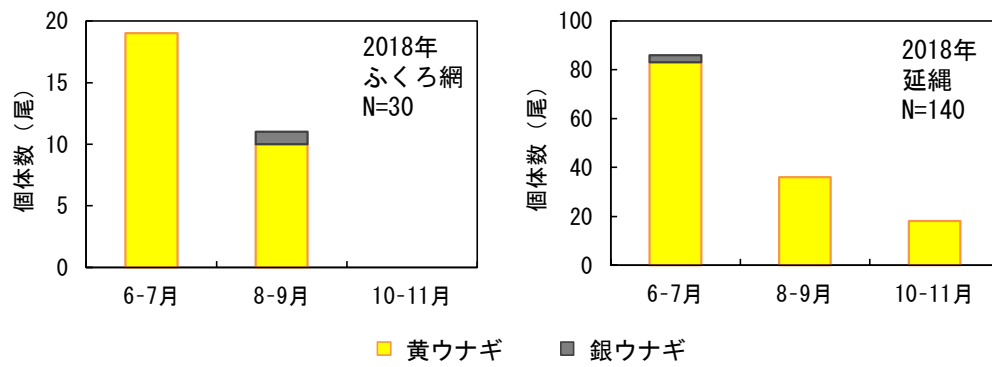


図 6. 小川原湖における銀ウナギの出現状況（左：ふくろ網、右：延縄）

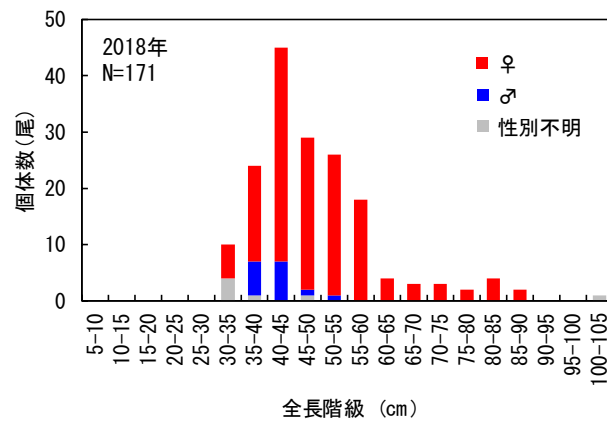


図 7. 小川原湖において漁獲されたウナギの全長別性別判別結果

表 6-1. 小川原湖における漁獲物の精密測定結果

No.	漁獲年月日	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	銀化段階	生殖腺指数 (GSI)	備考
1	6月9日	ふくら網	40.7	82.8	16.98	4.04	3.19	0.01	1.53	0.69	0.62	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
2	6月9日	ふくら網	33.6	39.8	11.71	3.27	2.70	0.00	0.70	0.30	0.30	不明	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
3	6月9日	ふくら網	42.0	91.5	14.92	3.33	3.01	0.19	1.59	0.43	0.56	♀	黄ウナギ	0.2	標識魚 (2018年放流)
4	6月9日	ふくら網	42.0	92.3	15.44	3.41	3.17	0.02	1.01	0.30	0.60	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
5	6月9日	ふくら網	39.1	79.0	16.02	3.82	3.38	0.02	1.07	0.30	0.52	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
6	6月9日	ふくら網	35.4	54.0	13.62	2.49	2.57	0.01	0.69	0.36	0.56	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
7	6月9日	ふくら網	32.4	37.1	12.40	2.81	2.66	0.00	0.49	0.17	0.26	不明	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
8	6月11日	延縄	58.6	269.2	27.28	4.79	4.70	1.41	5.56	3.59	4.03	♀	黄ウナギ	0.5	
9	6月11日	ふくら網	37.0	63.2	14.41	3.56	3.54	0.16	1.20	0.43	0.47	♀	黄ウナギ	0.3	標識魚 (2018年放流)
10	6月11日	ふくら網	39.1	77.8	15.49	3.23	2.92	0.01	0.89	0.30	0.56	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
11	6月13日	ふくら網	33.5	44.8	10.82	2.93	2.66	0.00	0.57	0.24	0.30	不明	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
12	6月14日	ふくら網	40.8	84.7	13.58	3.81	3.14	0.15	0.91	0.47	0.34	♀	黄ウナギ	0.2	標識魚 (2018年放流)
13	6月18日	ふくら網	36.5	52.9	10.25	2.24	2.14	0.00	1.01	0.30	0.39	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
14	6月19日	ふくら網	55.6	243.4	21.85	4.50	3.58	1.24	3.62	3.30	3.54	♀	黄ウナギ	0.5	標識魚 (2016年放流)
15	6月20日	ふくら網	36.6	56.0	13.01	3.48	2.18	0.01	1.03	0.43	0.41	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
16	6月中旬	ふくら網	40.0	78.5	17.46	3.41	2.99	0.01	0.77	0.32	0.58	♂	黄ウナギ	0.0	
17	6月中旬	ふくら網	40.4	85.9	17.16	3.54	2.95	0.01	1.20	0.38	0.38	♂	黄ウナギ	0.0	
18	6月中旬	ふくら網	33.3	48.2	12.27	3.16	2.62	0.03	0.43	0.16	0.29	♀	黄ウナギ	0.1	
19	6月中旬	ふくら網	35.5	49.7	13.23	2.79	2.51	0.00	0.69	0.23	0.28	不明	黄ウナギ	0.0	
20	6月中旬～下旬	延縄	58.3	224.3	21.34	4.76	4.24	1.11	2.75	2.99	2.35	♀	黄ウナギ	0.5	
21	6月中旬～下旬	延縄	57.6	246.5	24.41	4.26	3.63	1.33	2.93	1.99	2.63	♀	黄ウナギ	0.5	
22	6月中旬～下旬	延縄	74.8	594.0	34.70	5.27	5.39	4.08	8.28	5.67	9.36	♀	銀ウナギ	0.7	
23	6月中旬～下旬	延縄	53.6	212.7	21.85	4.02	4.24	0.96	3.99	2.00	2.93	♀	黄ウナギ	0.5	
24	6月中旬～下旬	延縄	47.7	140.2	19.74	4.11	3.83	0.64	1.83	1.61	1.73	♀	黄ウナギ	0.5	
25	6月中旬～下旬	延縄	49.7	135.1	19.16	4.08	3.58	0.56	2.02	1.32	1.83	♀	黄ウナギ	0.4	
26	6月中旬～下旬	延縄	50.1	144.1	19.01	4.14	4.21	0.67	1.66	0.92	1.83	♀	黄ウナギ	0.5	
27	6月中旬～下旬	延縄	48.5	129.8	19.25	4.67	4.15	0.53	2.66	1.66	1.47	♀	黄ウナギ	0.4	
28	6月中旬～下旬	延縄	42.9	102.3	15.61	3.39	3.49	0.21	1.41	0.95	1.58	♀	黄ウナギ	0.2	
29	6月中旬～下旬	延縄	43.6	96.0	15.48	4.25	3.53	0.32	2.11	1.01	1.43	♀	黄ウナギ	0.3	
30	6月中旬～下旬	延縄	45.4	110.5	14.83	3.83	3.37	0.24	1.87	1.05	1.66	♀	黄ウナギ	0.2	標識魚 (2016年放流)
31	6月中旬～下旬	延縄	39.7	71.3	15.41	3.49	2.41	0.35	1.52	0.88	1.36	♀	黄ウナギ	0.5	標識魚 (2017年放流)
32	6月中旬～下旬	延縄	42.1	91.4	15.20	3.34	2.61	0.22	1.52	0.90	1.63	♀	黄ウナギ	0.2	
33	6月中旬～下旬	延縄	43.6	90.6	14.06	3.49	3.05	0.30	1.72	1.03	1.22	♀	黄ウナギ	0.3	
34	6月中旬～下旬	延縄	43.2	68.0	14.23	2.32	2.17	0.22	1.29	1.07	1.07	♀	黄ウナギ	0.3	
35	6月中旬～下旬	延縄	43.2	85.3	16.68	4.22	3.47	0.26	1.32	1.35	1.24	♀	黄ウナギ	0.3	
36	6月中旬～下旬	延縄	43.1	77.0	18.67	3.90	3.43	0.27	1.35	1.05	1.12	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚 (2017年放流)
37	6月中旬～下旬	延縄	45.0	135.3	18.95	4.32	3.98	0.31	3.00	1.87	2.56	♀	黄ウナギ	0.2	
38	6月22日	ふくら網	43.5	90.1	14.39	2.75	2.88	0.01	1.36	0.43	0.50	♂	黄ウナギ	0.0	標識魚 (2018年放流)
39	6月25日	延縄	56.3	304.5	24.22	4.61	3.80	1.15	4.56	4.07	5.34	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚 (2016年放流)
40	6月25日	延縄	33.7	41.3	12.34	3.31	2.65	0.04	0.72	0.66	0.59	♀	黄ウナギ	0.1	標識魚 (2017年放流)
41	6月26日	延縄	53.3	143.7	21.06	4.33	3.64	0.63	1.96	2.04	2.02	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚 (2016年放流)
42	6月27日	不明	43.2	99.1	17.26	3.97	3.21	0.15	1.10	0.47	0.53	♀	黄ウナギ	0.2	標識魚 (2017年放流)
43	6月29日	延縄	41.5	107.6	17.11	4.01	3.11	0.38	2.26	1.97	2.70	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚 (2017年放流)
44	7月9日	延縄	66.5	482.0	25.86	4.83	4.77	1.48	6.29	4.24	5.73	♀	黄ウナギ	0.3	
45	7月上旬	延縄	49.3	115.5	16.59	3.47	2.79	0.46	1.66	0.77	0.95	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚 (2016年放流)
46	7月上旬	延縄	44.5	101.3	15.11	3.57	2.28	0.01	1.18	0.59	0.83	♂	黄ウナギ	0.0	
47	7月上旬	延縄	51.1	142.1	17.69	3.75	3.66	0.41	2.30	1.85	2.17	♀	黄ウナギ	0.3	
48	7月上旬	延縄	55.3	264.2	20.46	4.46	3.01	0.96	3.49	2.02	3.04	♀	黄ウナギ	0.4	
49	7月上旬	延縄	63.7	305.9	24.26	5.48	4.04	1.13	3.48	2.18	2.20	♀	黄ウナギ	0.4	
50	7月上旬	延縄	54.1	192.7	21.68	4.17	2.95	0.90	2.00	1.78	2.26	♀	黄ウナギ	0.5	
51	7月上旬	延縄	63.1	338.5	27.77	4.30	2.87	1.74	2.98	2.34	2.99	♀	黄ウナギ	0.5	
52	7月上旬	延縄	53.2	208.7	19.44	3.58	3.03	0.71	3.85	1.92	2.45	♀	黄ウナギ	0.3	
53	7月上旬	延縄	43.0	95.7	16.59	3.98	2.98	0.40	1.83	1.12	0.98	♀	黄ウナギ	0.4	
54	7月上旬	延縄	42.5	114.5	17.79	2.53	3.01	0.01	1.41	0.88	1.10	♂	黄ウナギ	0.0	
55	7月上旬	延縄	55.3	244.2	17.59	3.66	2.47	1.02	2.83	1.46	3.06	♀	黄ウナギ	0.4	
56	7月上旬	延縄	56.0	207.3	20.89	3.53	3.02	0.78	2.19	1.42	2.11	♀	黄ウナギ	0.4	
57	7月上旬	延縄	47.8	131.5	18.91	4.15	3.12	0.65	1.65	1.33	1.63	♀	黄ウナギ	0.5	
58	7月上旬	延縄	53.5	159.3	21.30	4.63	3.74	0.59	2.01	1.21	2.03	♀	黄ウナギ	0.4	
59	7月上旬	延縄	47.9	136.6	16.51	3.26	1.86	0.21	1.83	0.89	1.29	♀	黄ウナギ	0.2	
60	7月上旬	延縄	53.2	166.0	17.46	3.98	2.75	0.99	1.80	1.72	1.96	♀	黄ウナギ	0.6	
61	7月上旬	延縄	50.2	151.5	17.39	4.14	3.15	0.70	1.93	1.28	1.55	♀	黄ウナギ	0.5	
62	7月上旬	延縄	53.5	164.8	20.59	3.83	2.13	0.51	2.10	1.45	1.60	♀	黄ウナギ	0.3	
63	7月上旬	延縄	52.3	182.0	18.98	3.19	2.82	0.80	3.87	2.77	1.71	♀	黄ウナギ	0.4	
64	7月上旬	延縄	53.2	186.4	19.58	3.26	2.23	1.12	2.74	2.16	2.45	♀	黄ウナギ	0.6	
65	7月上旬	延縄	58.6	270.5	21.64	3.44	3.23	1.14	4.29	2.03	3.49	♀	黄ウナギ	0.4	
66	7月上旬	延縄	55.4	259.9	20.96	3.78	2.82	1.05	3.40	3.04	3.02	♀	黄ウナギ	0.4	
67	7月上旬	延縄	52.3	257.9	22.49	3.35	2.55	0.64	4.96	1.69	3.82	♀	黄ウナギ	0.2	
68	7月上旬	延縄	59.4	223.7	21.07	3.36	2.90	1.24	2.45	2.24	1.97	♀	黄ウナギ	0.6	
69	7月上旬	延縄	53.0	199.6	16.61	3.56	2.68	0.80	1.97	2.06	1.68	♀	黄ウナギ	0.4	
70	7月上旬	延縄	54.1	199.5	16.72	3.05	2.45	0.63	3.11	1.85	2.10	♀	黄ウナギ	0.3	
71	7月上旬	延縄	49.4	151.2	20.29	4.17	2.87	0.65	2.05	1.55	1.27	♀	黄ウナギ	0.4	
72	7月上旬	延縄	47.1	127.9	14.03	3.08	2.59	0.44	2.08	1.23	1.13	♀	黄ウナギ	0.3	標識魚 (2016年放流)
73	7月上旬	延縄	45.4	126.1	13.22	3.56	2.75	0.33	1.92	1.40	1.34	♀	黄ウナギ	0.3	
74	7月上旬	延縄	45.5	127.9	15.86	3.00	2.69	0.69	1.55	1.78	1.78	♀	黄ウナギ	0.3	
75	7月上旬	延縄	44.1	98.0	13.84	2.78	2.53	0.27	1.74	1.02	0.93	♀	黄ウナギ	0.3	
76	7月上旬	延縄	45.0	112.7	13.68	3.00	2.80	0.25	1.57	0.83	1.49	♀	黄ウナギ	0.2	
77	7月上旬	延縄	40.9	79.1	12.75	3.28	2.32	0.28	1.08	0.65	0.98	♀	黄ウナギ	0.4	
78	7月上旬	延縄	43.5	89.6	13.86	2.49	2.44	0.17	1.38	0.79	1.00	♀	黄ウナギ	0.2	
79	7月上旬	延縄	42.4	92.6	13.84	2.65	2.64	0.43	1.51	1.00	1.10	♀	黄ウナギ	0.5	
80	7月上旬	延縄	44.6	95.4	14.51	2.59	1.75	0.34	1.38	1.16	0.87	♀	黄ウナギ	0.4	
81	7月上旬	延縄	75.4	784.0	35.57	5.16	4.10	1.19	10.88	6.25	9.95	♀	黄ウナギ	0.5	
82	7月上旬	延縄	48.8	181.0	20.34	4.65	3.56	0.88	3.53	2.21	3.60	♀	黄ウナギ	0.5	標識魚 (2017年放流)
83	7月上旬	延縄	44.7	152.2	18.55	4.08	3.84	0.45	2.50	2.04	2.77	♀	黄ウナギ	0.3	標識魚 (2017年放流)
84	7月上旬	延縄	42.8	79.3	15.35	3.31	2.43	0.02	0.89	0.67	0.73	♂	黄ウナギ	0.0	
85	7月12日	延縄	51.0	192.3	24.40	5.03	5.00	0.30	3.51	2.40	3.65	♀	黄ウナギ	0.2	標識魚 (2017年放流)
86	7月13日	延縄	100.3	1,660.0	50.40	7.30	6.86	0.02	14.21	7.83	13.61	不明	銀ウナギ	0.0	
87	7月13日														

表 6-2. 小川原湖における漁獲物の精密測定結果

No.	漁獲年月日	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	銀化段階	生殖腺指数 (GSI)	備考
101	7月下旬	延縄	42.7	91.5	17.91	3.47	3.66	0.33	1.20	0.82	0.70	♀	黄ウナギ	0.4	
102	7月下旬	延縄	41.2	95.9	14.24	3.54	3.23	0.38	1.32	0.74	0.97	♀	黄ウナギ	0.4	
103	7月下旬	延縄	45.0	121.0	19.45	3.87	3.22	0.33	1.42	0.93	1.10	♀	黄ウナギ	0.3	
104	7月下旬	延縄	43.5	103.2	16.52	3.28	3.44	0.22	1.13	0.73	0.82	♀	黄ウナギ	0.2	
105	7月下旬	延縄	42.6	91.5	17.31	3.77	3.31	0.35	1.28	0.73	0.89	♀	黄ウナギ	0.4	
106	7月下旬	延縄	40.0	66.3	15.21	3.43	3.24	0.11	0.92	0.80	0.58	♀	黄ウナギ	0.2	
107	8月17日	延縄	83.4	1,002.0	39.24	5.96	5.39	7.44	13.53	7.61	11.06	♀	黄ウナギ	0.7	
108	8月17日	延縄	58.0	312.9	24.89	4.43	4.33	1.56	3.63	2.41	2.59	♀	黄ウナギ	0.5	
109	8月17日	延縄	53.7	216.5	23.18	4.48	4.29	0.82	3.21	2.66	2.00	♀	黄ウナギ	0.4	
110	8月17日	延縄	45.3	107.4	19.62	3.91	3.76	0.58	1.62	1.17	1.13	♀	黄ウナギ	0.5	
111	8月17日	延縄	39.1	69.7	14.66	3.02	2.96	0.26	1.15	0.80	0.64	♀	黄ウナギ	0.4	
112	8月17日	延縄	38.6	63.7	17.25	3.74	3.36	0.24	0.78	0.38	0.41	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚（2018年放流）
113	8月17日	延縄	58.5	318.0	23.31	5.05	4.64	0.92	4.33	5.33	4.36	♀	黄ウナギ	0.3	
114	8月17日	延縄	40.2	93.0	15.44	3.72	3.76	0.20	1.71	1.20	1.19	♀	黄ウナギ	0.2	
115	8月17日	延縄	41.2	85.4	16.26	3.20	3.30	0.15	1.07	0.97	1.27	♀	黄ウナギ	0.2	
116	8月17日	延縄	39.5	73.6	15.32	3.61	3.87	0.16	0.84	0.95	0.54	♀	黄ウナギ	0.2	
117	8月27日	延縄	83.1	1,138.0	39.70	7.22	6.33	14.81	15.01	9.78	6.90	♀	黄ウナギ	1.3	
118	8月27日	延縄	55.3	219.6	22.37	4.84	4.20	0.89	2.90	2.71	2.02	♀	黄ウナギ	0.4	
119	8月27日	延縄	55.8	241.7	23.39	4.53	3.93	0.90	3.49	2.89	2.29	♀	黄ウナギ	0.4	
120	8月27日	延縄	53.6	219.0	23.13	4.14	4.26	0.78	3.41	2.43	1.57	♀	黄ウナギ	0.4	
121	8月27日	延縄	42.4	95.9	16.75	4.28	3.70	0.59	1.82	1.53	1.25	♀	黄ウナギ	0.6	標識魚（2017年放流）
122	8月27日	延縄	39.3	76.9	15.06	3.64	3.14	0.24	1.28	0.95	0.95	♀	黄ウナギ	0.3	
123	8月27日	延縄	34.7	58.0	14.14	3.24	2.78	0.17	1.03	0.73	0.69	♀	黄ウナギ	0.3	
124	8月27日	延縄	52.3	164.7	22.42	4.13	3.77	0.60	2.79	2.23	3.01	♀	黄ウナギ	0.4	
125	8月27日	延縄	35.8	56.6	11.68	2.80	3.10	0.11	0.71	1.10	0.92	♀	黄ウナギ	0.2	
126	8月27日	延縄	34.2	55.0	11.06	3.16	3.34	0.10	0.91	1.20	0.87	♀	黄ウナギ	0.2	
127	8月27日	延縄	33.9	47.4	12.15	3.37	3.19	0.07	0.60	0.69	0.89	♀	黄ウナギ	0.1	
128	9月3日	延縄	76.4	1,062.0	36.99	5.63	5.43	10.29	17.90	13.89	9.59	♀	黄ウナギ	1.0	
129	9月3日	延縄	60.5	372.0	28.68	4.79	4.23	1.73	5.95	5.17	3.83	♀	黄ウナギ	0.5	
130	9月3日	延縄	59.8	328.0	26.53	4.78	4.10	1.36	4.15	4.02	3.70	♀	黄ウナギ	0.4	
131	9月3日	延縄	59.5	346.0	24.80	5.16	4.69	1.15	5.95	4.27	3.74	♀	黄ウナギ	0.3	
132	9月3日	延縄	45.5	118.0	18.67	4.04	3.26	0.37	2.66	1.95	1.33	♀	黄ウナギ	0.3	
133	9月3日	延縄	47.1	130.8	17.13	3.73	3.62	0.66	2.19	1.60	1.71	♀	黄ウナギ	0.5	
134	9月3日	延縄	44.1	99.3	17.21	3.73	3.56	0.26	2.14	1.88	1.46	♀	黄ウナギ	0.3	
135	9月3日	延縄	42.5	90.9	18.63	3.86	3.80	0.34	1.84	1.60	1.31	♀	黄ウナギ	0.4	
136	9月3日	延縄	40.0	75.8	18.83	4.25	3.66	0.26	2.01	1.82	1.90	♀	黄ウナギ	0.3	
137	9月3日	延縄	30.1	36.9	10.03	2.66	2.56	0.01	0.62	0.54	0.61	不明	黄ウナギ	0.0	
138	9月3日	延縄	37.0	61.3	12.97	3.32	2.99	0.05	0.74	0.75	0.63	♀	黄ウナギ	0.1	
139	9月3日	延縄	38.1	63.0	16.56	3.08	2.98	0.02	0.87	0.75	0.79	♀	黄ウナギ	0.0	
140	9月3日	延縄	36.8	68.0	15.71	3.38	3.69	0.15	0.99	1.12	1.15	♀	黄ウナギ	0.2	
141	9月10日	ふくろ網	87.6	1,232.0	42.25	6.20	6.12	13.50	14.55	6.36	15.83	♀	黄ウナギ	1.1	
142	9月10日	ふくろ網	45.2	161.7	15.92	3.88	3.79	0.58	4.94	1.79	3.03	♀	黄ウナギ	0.4	
143	9月10日	ふくろ網	40.2	109.7	14.51	3.88	3.63	0.32	2.37	1.48	1.67	♀	黄ウナギ	0.3	
144	9月10日	ふくろ網	39.6	97.3	14.59	3.44	3.64	0.39	1.67	1.29	1.51	♀	黄ウナギ	0.4	
145	9月10日	ふくろ網	39.6	85.4	15.91	3.52	3.48	0.37	1.58	0.79	1.26	♀	黄ウナギ	0.4	
146	9月10日	ふくろ網	39.5	85.1	15.87	3.38	3.10	0.21	2.12	1.22	1.66	♀	黄ウナギ	0.2	
147	9月12日	ふくろ網	88.5	1,194.0	43.90	7.39	7.32	18.94	18.43	7.31	8.27	♀	黄ウナギ	1.6	
148	9月13日	ふくろ網	81.3	896.0	44.39	7.12	6.73	13.13	11.98	6.06	8.41	♀	黄ウナギ	1.5	
149	9月13日	ふくろ網	82.0	960.0	43.35	8.06	7.26	18.59	12.11	2.91	4.15	♀	銀ウナギ	1.9	
150	9月18日	ふくろ網	40.4	82.1	15.20	3.34	3.26	0.38	1.03	0.77	0.98	♀	黄ウナギ	0.5	標識魚（2018年放流）
151	9月18日	ふくろ網	68.2	636.8	34.05	6.82	6.01	8.61	8.79	3.02	3.10	♀	黄ウナギ	1.4	
152	9月25日	延縄	50.1	227.0	24.72	5.39	5.45	0.33	4.86	2.03	3.45	♂	黄ウナギ	0.1	標識魚（2017年放流）
153	9月下旬	延縄	42.6	91.3	18.06	3.82	3.60	0.33	1.55	1.11	0.76	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚（2017年放流）
154	10月21日	延縄	65.1	425.0	26.75	5.34	4.50	2.32	4.94	3.37	7.95	♀	黄ウナギ	0.5	
155	10月21日	延縄	61.6	292.3	24.99	4.98	4.92	1.20	4.05	3.00	5.45	♀	黄ウナギ	0.4	標識魚（2017年放流）
156	10月21日	延縄	45.3	136.8	17.00	3.38	3.12	0.27	2.11	1.56	2.67	♀	黄ウナギ	0.2	
157	10月21日	延縄	52.5	200.8	21.10	4.06	3.70	0.61	3.96	3.05	4.16	♀	黄ウナギ	0.3	
158	10月21日	延縄	50.5	160.1	19.61	4.04	3.61	0.49	2.28	2.33	2.41	♀	黄ウナギ	0.3	
159	10月21日	延縄	47.5	150.5	19.96	3.23	3.40	0.49	1.52	1.60	2.38	♀	黄ウナギ	0.3	
160	10月21日	延縄	48.1	146.3	19.30	3.69	3.58	0.32	2.17	1.80	2.31	♀	黄ウナギ	0.2	
161	10月21日	延縄	32.2	35.7	12.22	2.85	2.60	0.01	0.45	0.60	0.55	♀	黄ウナギ	0.0	
162	11月4日	延縄	71.1	634.9	33.14	5.41	5.45	3.19	10.41	4.90	10.28	♀	黄ウナギ	0.5	
163	11月4日	延縄	73.8	708.3	32.88	5.53	5.76	3.92	11.54	6.26	10.11	♀	黄ウナギ	0.6	
164	11月4日	延縄	50.9	207.7	22.42	4.48	4.18	0.08	3.07	2.30	3.43	♂	黄ウナギ	0.0	
165	11月4日	延縄	46.5	181.4	19.50	3.72	3.43	0.52	3.75	2.27	3.09	♀	黄ウナギ	0.3	
166	11月4日	延縄	50.3	195.7	19.17	4.00	3.77	0.97	3.55	2.19	3.55	♀	黄ウナギ	0.5	
167	11月4日	延縄	49.7	181.3	22.32	4.03	4.02	0.76	2.85	2.61	4.06	♀	黄ウナギ	0.4	
168	11月4日	延縄	45.8	141.9	17.88	4.27	3.83	0.63	3.01	1.67	2.47	♀	黄ウナギ	0.4	
169	11月4日	延縄	45.7	131.6	16.41	3.38	3.46	0.26	1.97	1.23	3.14	♀	黄ウナギ	0.2	
170	11月4日	延縄	46.6	131.6	17.83	4.16	3.58	0.44	1.88	1.57	2.17	♀	黄ウナギ	0.3	
171	11月4日	延縄	42.4	100.6	15.92	3.22	3.27	0.20	1.68	0.96	1.79	♀	黄ウナギ	0.2	

5. 高瀬川における下りウナギ調査

小川原湖の流出河川である高瀬川において、建網により海へと移動するウナギを採捕し、その生物学的特性を調べた。

2018年10月25～31日及び11月9～15日に建網による下りウナギ採捕調査を行った結果、10月に5尾、11月に4尾のウナギが採集され、そのうち銀ウナギは10月に4尾、11月に1尾出現した（表7）。銀ウナギの全長範囲は84.5～93.5cm、体重範囲は941～1,445gであり、性判別の結果すべて雌であった（表7、図8）。銀ウナギの生殖腺指数の範囲は1.7～3.7であった。銀ウナギの生殖腺指数は総じて黄ウナギより高く、性成熟が進行していたことから、産卵回遊へ向かう可能性が示唆された（表7、図9）。

2016～2018年の3年間で高瀬川において採捕された計19尾の銀ウナギの全長範囲は74.0～93.5cm、体重範囲は565～1,542gであり、性判別の結果、すべて雌であった。3年連続で雌の銀ウナギの出現が確認された一方で、雄の銀ウナギは採集されなかった。このことは小川原湖内で雌が優占していることと整合性がとれているものの、小川原湖及び高瀬川における雄の銀ウナギの出現状況について今後も継続して調べる必要がある。

表 7. 高瀬川における下りウナギ調査で採捕されたウナギの精密測定結果

No.	漁獲年月日	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	銀化段階	生殖腺指数 (GSI)
1	10月29日	建網	85.5	940.8	42.24	7.74	7.65	19.49	14.07	2.06	3.38	♀	銀ウナギ	2.1
2	10月29日	建網	33.0	38.7	11.39	2.47	2.60	0.00	0.44	0.35	0.53	不明	黄ウナギ	0.0
3	10月31日	建網	88.3	1,199.6	46.07	7.85	7.99	27.77	16.90	4.89	4.15	♀	銀ウナギ	2.3
4	10月31日	建網	93.5	1,444.9	47.43	7.55	7.85	28.05	18.52	3.89	4.90	♀	銀ウナギ	1.9
5	10月31日	建網	91.6	1,379.3	44.61	8.82	8.69	24.08	20.80	6.05	6.69	♀	銀ウナギ	1.7
6	11月9日	建網	84.5	1,155.3	39.74	8.23	8.26	42.17	15.00	3.40	3.72	♀	銀ウナギ	3.7
7	11月9日	建網	47.6	145.9	18.20	3.41	3.60	0.51	2.77	2.32	2.02	♀	黄ウナギ	0.3
8	11月11日	建網	32.9	40.2	13.46	2.78	2.70	0.06	0.58	0.35	0.65	♀	黄ウナギ	0.1
9	11月14日	建網	16.0	4.5	4.83	1.28	1.28		0.10	0.07	0.03	不明	黄ウナギ	

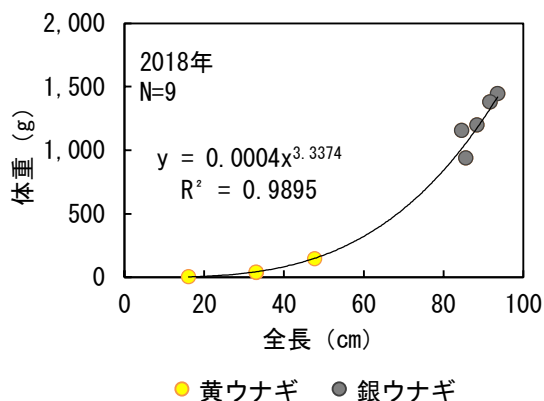


図 8. 高瀬川下りウナギ調査で採捕されたウナギの全長と体重の関係

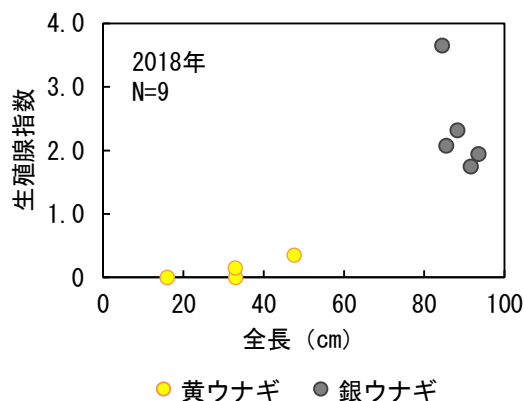


図 9. 高瀬川下りウナギ調査で採捕されたウナギの全長と生殖腺指数の関係

6. 淡水湖におけるウナギ生息状況調査

2018 年 6 月 17 日に大沼において延縄による採捕調査を行った結果、19 尾のウナギが採捕された。2016 年に放流した標識魚の再捕はなかったが、2017 年に別事業において放流した標識魚が 1 尾再捕された（表 8-1 の No.19）。2018 年 7 月 9 日に大沼において延縄による採捕調査を行った結果、13 尾のウナギが採捕されたが、標識魚の再捕はなかった。2016～2018 年の採捕調査で 2016 年放流群は再捕されなかった。

大沼川及び左京沼川において建網により海へと移動するウナギの採捕調査を行った結果、9 月 8 日に大沼川で 1 尾、10 月 13 日に左京沼川で 1 尾の黄ウナギが採集されたものの、銀ウナギの採捕はなかった。生殖腺指数はそれぞれ 0.4、0.0 であり、性成熟が進行していない個体と考えられた。

大沼の流出河川である大沼川において、新月の大潮にシラスウナギ来遊調査を行った結果、2018 年 5 月 16 日に 1 尾のシラスウナギが採捕された（表 10）。採捕時の水温は 11.6℃であり、色素胞発育段階⁴⁾は VI_{A0}であった（表 10）。2018 年 6 月の調査では採捕がなかった。2 か月の調査で採捕尾数は 1 尾のみであったが、高瀬川よりも北に位置する大沼川にもシラスウナギが来遊することが示された。

表 8-1. 大沼におけるウナギ延縄調査で採捕されたウナギの測定結果（2018 年 6 月 17 日）

No.	全長 (cm)	体重 (g)	標識
1	59.0	350	無
2	62.0	350	無
3	52.0	230	無
4	54.0	250	無
5	52.5	230	無
6	50.0	190	無
7	52.5	240	無
8	50.0	190	無
9	49.0	180	無
10	49.0	180	無
11	48.0	165	無
12	47.0	150	無
13	47.0	130	無
14	44.0	120	無
15	46.0	135	無
16	47.0	115	無
17	45.0	130	無
18	38.0	80	無
19	39.0	80	有（2017年放流）

表 8-2. 大沼におけるウナギ延縄調査で採捕されたウナギの測定結果（2018 年 7 月 9 日）

No.	全長 (cm)	体重 (g)	標識
1	50.0	160	無
2	50.0	195	無
3	51.0	215	無
4	53.0	205	無
5	51.0	190	無
6	64.0	520	無
7	43.0	110	無
8	52.0	200	無
9	42.0	80	無
10	49.0	170	無
11	42.0	100	無
12	54.0	230	無
13	55.0	235	無

表 9-1. 大沼川における下りウナギ調査で採捕されたウナギの精密測定結果

No.	漁獲年月日	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	銀化段階	生殖腺指数 (GSI)
1	2018年 9月8日	建網	34.3	32.9	12.20	2.76	2.80	0.12	0.44	0.26	0.32	♀	黄ウナギ	0.4

表 9-2. 左京沼川における下りウナギ調査で採捕されたウナギの精密測定結果

No.	漁獲年月日	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	銀化段階	生殖腺指数 (GSI)
1	2018年 10月13日	建網	39.0	54.0	19.55	3.93	3.55	0.01	1.13	0.84	0.36	♂	黄ウナギ	0.0

表 10. 大沼川におけるシラスウナギ来遊調査結果

調査年月日	採捕人数 (人)	採捕尾数 (尾)	採捕時間	全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	色素胞 発育段階	採捕時水温 (°C)	採捕時塩分 (ppt)
2018年 5月15～16日	4	1	2:25	59.25	0.13	0.62	VI _{A0}	11.6	0.2
6月13～14日	5	0							

本事業により、小川原湖の汽水ウナギは、シラスウナギの来遊と産卵回遊へ向かう銀ウナギの出現、再捕された放流魚の良好な成長及び雌ウナギの優占によって特徴づけられる可能性が示された。

今後の課題として、資源解析をするための基礎となる時期別・漁法別漁獲量データの蓄積が求められた。

小川原湖に放流され再捕されたウナギの高成長及び雌の優占が恒常的に生じる現象なのかについて一定期間追証する必要がある。また、高成長をもたらす要因の解明及び天然加入個体との成長比較、放流された雄ウナギの生態について課題が残された。

高瀬川において 10 月下旬から 11 月に銀ウナギが出現することが示されたが、それ以外の時期の出現状況については未調査である。また、雄の銀ウナギが採捕されていないことから、小川原湖及び高瀬川における雄の銀ウナギの出現状況について課題が残された。また、採捕された銀ウナギに放流由来の個体が含まれるかについても分析が期待される。

高瀬川へのシラスウナギの来遊が 3 年連続で確認されたが、その定量性については課題が残された。また、環境省が 2014 年に小川原湖で採捕された 23 個体のウナギの耳石を試料として酸素安定同位体比を測定し非線形判別モデルを用いて天然加入個体と放流個体との判別を行った結果では、天然加入個体と判別された個体が存在したものの、その割合が低かったことを報告している⁷⁾。来遊したシラスウナギのその後の定着、成長など、小川原湖における天然加入個体の生物学的特性を明らかにするためには、天然加入個体と放流個体の判別を行った上で情報を整理するのが望ましいと考えられた。

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・教育機構中央水産研究所（現水産資源研究所）、青森県下北地域県民局地域農林水産部むつ水産事務所、東通村、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、猿ヶ森漁業協同組合の皆様に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 水産庁（2018）マイクロサテライト DNA 多型解析結果に基づく個体識別の方法．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，22-24.
- 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) Fukuda, N., M. J. Miller, J. Aoyama, A. Shinoda and K. Tsukamoto (2013) Evaluation of the pigmentation stages and body proportions from the glass eel to yellow eel in *Anguilla japonica*. Fisheries Science, 79:425-438.
- 5) 頼 茂（1968）青森県におけるウナギについて．青森県水産試験場事業概要（昭和 38・39 年度），412-418.
- 6) 日本水産資源保護協会（2004）Ⅲ-2 河川における標識放流．平成 15 年度ウナギ資源増殖対策委託事業報告書（5 年間の成果とりまとめ），164-173.
- 7) 環境省（2015）全国のニホンウナギ分布に関する調査．平成 26 年度ニホンウナギ保全方策検討委託業務報告書，環境省，19-37.

内水面研究所の沿革と組織

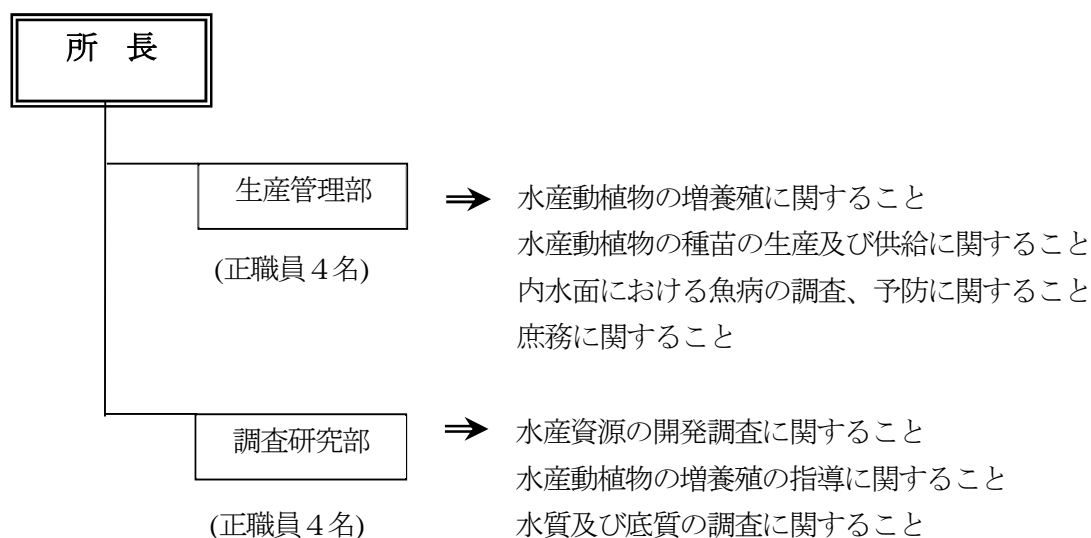
(1) 位 置

青森県十和田市大字相坂字白上3 4 4-1 0
(〒034-0041 TEL 0176-23-2405 FAX 0176-22-8041)

(2) 沿 革

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
昭和2年9月	青森県水産試験場相坂養魚場に改称
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
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
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
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鰺ヶ沢町赤石に設置
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
昭和58年5月	オームリ展示室を西津軽郡岩崎村へ譲渡
昭和60年4月	黒石養魚場を黒石市へ譲渡
平成5年～6年	飼育実験棟の新設
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
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
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
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
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

(3) 機 構 (平成30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 室	鉄骨造・平屋	207 m ²	ふ化水槽、浮上水槽、餌付槽等
⑤ 倉 庫 棟	鉄骨造・半2階建	140 m ²	飼料保管庫、車庫、工作室
⑥ 倉 庫	鉄骨造・平屋	22 m ²	
⑦ 車 庫	鉄骨造・平屋	22 m ²	
⑧ ポ ン プ 舎	コンクリートブロック・平屋	15 m ²	取水ポンプ 2.2kw/h 0.1~0.2 m ³ /m 2台
⑨ 倉 庫	鉄筋コンクリート造・平屋	16 m ²	
⑩ 屋 外 試 験 池	コンクリート	2,749 m ²	試験池 185~521 m ² 7面 試験池 35 m ² 1面 試験池 16.5 m ² 20面
⑪ 防 疫 施 設	コンクリート	1,020 m ²	試験池 200 m ² 2面 試験池 16~21 m ² 9面 FRP 水槽 0.5~5 トン 63面
⑫ 1 号、2 号 池	素掘り		1号池 2号池
⑬ 取 水 ポ ン プ			15kw/h 三相式 1.5~3 m ³ /m 1基
⑭ 揚 水 ポ ン プ			7.5kw/h 三相式農業用水用 1基
(飼育実験棟内設備) 淡水温度調整装置 自家発電施設 排水除濁ろ過装置 特殊排水処理装置			15t/h 5系統 149kVA 2基 20 m ³ /h 3 m ³ /h

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

発 行 令和 4 年 3 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>

