2019 年度 「海洋教育パイオニアスクールプログラム」地域展開部門

樽水生が考える資源増殖技術とその成果の地域還元について

～ホタテ増産に向けた養殖の効率化と還元方法の検討～

実 践 記 録 集

北海道小樽水産高等学校 栽培漁業科 古平栽培漁業実習場

１、実習計画（全体目標）について

【学校目標】

実学を重んじ、基礎的・基本的な知識・技能やそれらを活用できる力、規範意識・倫理観、命を大切にする心、健やかな体など「知・徳・体」の調和のとれた発達を図り、我が国の水産業・海運業・通信業を双肩に担う人格・識見・力量を身に付けた人を育てる。

【学科目標】

栽培漁業における種苗生産及び資源管理に関する知識と技術を習得させ、これらの業務に従事する人材を育成する。

【海洋教育パイオニアアスクールプログラムの全体目標】

ホタテ養殖を軸とした資源増殖技術についての基本的な知識・技能を習得する。自身に身に付けた知識・技能をいかして、地域の小中学生のためにどのように還元できるか考察することで、思考力・判断力・表現力を練成する。 考えた案について、実践を行うことで、学びに向かう力を醸成する。

【教員目標】

生徒の実態に合わせた個別指導の充実とともに、外部機関との連携も含め、開かれたカリキュラムの構築を目指す。授業・実習内容の向上を図るため、教材研究等の自己研鑽を各自でしっかりと行う。また、実技を含む科内の教員研修等を積極的に行うことで、教員間での知識・技術の伝承、問題意識の共有化を行い、教員集団としてのレベルアップを図る。

2、古平実習年間計画【**海洋教育パイオニアスクールプログラム関連計画は太字**】

実習担当割り

クラス	本　校	古平窓口
1A	○平山・黒澤・蒔田・長谷川	**藤本**
2A	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	**桃井**
3A	○古賀・黒澤・長谷川	**藤本**

回数	日付	曜日	クラス	泊数	引率教員	時程	実習内容	備考
第1回	4月18日～19日	木金	2A	1泊	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	初日午前	**実習場ガイダンス(心得、施設案内)**	
						午後	避難訓練・集救訓練	
						夜間	ベッドメイキング	
						二日目午前	カッパ併せ／**採苗器作成**など	
第2回	5月8日	水	3A	日帰り	○古賀・黒澤・長谷川	午前	シロサケ稚魚カウント／体重測定	
						午後	シロサケ放流(余市川河川敷にて)	1300バス出発
第3回	5月9～10日	木金	2A	1泊	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	初日午前	**中央水産試験場見学(講演[道内ホタテ養殖])**	依頼文を事前発送
						午後	**養殖施設管理①**／マツカワ人工授精	ブランクトンネット
						夜間	**道内ホタテ養殖に関するまとめ・発表会**	
						二日目午前	マツカワ人工授精／**養殖施設管理①**	
第4回	5月13～14日	月火	3A	1泊	○古賀・黒澤・長谷川	初日午前	**実習場ガイダンス(心得)**／避難訓練	
						午後	マツカワ人工授精(受精率調査)／**養殖施設管理⑤**	ブランクトンネット
						夜間	**顕微鏡観察1(稚魚、ブランクトン等の観察)**	
						二日目午前	**養殖施設管理⑤**／マツカワ人工授精(受精率調査)	
第5回	6月6～7日	木金	3A	1泊	○古賀・黒澤・長谷川	初日午前	飼育実習④	
						午後	ヒラメ自然採卵／**養殖施設管理⑥**	ブランクトンネット
						夜間	海藻標本製作実習	
						二日目午前	**養殖施設管理⑥**／ヒラメ自然採卵	
第6回	6月10日	月	1G	日帰り	G科教員	初日午前	ガイダンス(施設案内)、磯採集事前指導	事前に海藻
						午後	磯採集(生物生息調査)※荒天時:標本作製	厚紙40枚
第7回	6月11日	火	1R	日帰り	R科教員	午前	ガイダンス・磯採集事前指導	
						午後	磯採集とまとめ	
第8回	6月12日	水	1A	日帰り	○平山・黒澤・蒔田	午前	ガイダンス・磯採集事前指導	
						午後	磯採集とまとめ	
第9回	6月14日	金	1S	日帰り	S科教員	午前	ガイダンス・磯採集事前指導	
						午後	磯採集とまとめ	
第10回	6月24～25日	木金	2A	1泊	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	初日午前	飼育実習①	
						午後	ヒラメ自然採卵(受精率)と体長測定／**養殖施設管理②**	ブランクトンネット
						夜間	**顕微鏡観察(ブランクトン調査・稚魚観察)**	
						二日目午前	**養殖施設管理②**／ヒラメ自然採卵(受精率)と体長測定	
第11回	7月11～12日	木金	3A	1泊	○古賀・黒澤・長谷川	初日午前	水産博物館見学	記録紙40枚
						午後	オウリクラリアと親ナマコの形態観察など／**養殖施設管理⑦**	
						夜間	水産博物館見学発表会	
						二日目午前	**養殖施設管理⑦**／オウリクラリアと親ナマコの形態観察など	
第12回	6月22～23日	木金	2A	1泊	○原渕・元岡・竹藤・蒔田 安全対策のため増員1～2名	初日午前	スキンダイビング準備	ウェイト
						午後	スキンダイビング実習1	ウェイトベルト
						夜間	スキンダイビング座学	×2セット
						二日目午前	スキンダイビング実習2	生徒用マスク等の更新(本校)
第13回	8月26～27日	月火	3A	1泊	○古賀・黒澤・長谷川 安全対策のため増員1～2名	初日午前	ダイビング準備	教員用 BC
						午後	ダイビング実習1	タンク
						夜間	ダイビング座学	レギュレーター
						二日目午前	ダイビング実習2	×2セット
第14回	9月4～5日	水木	2A	1泊	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	初日午前	飼育実習②	
						午後	ウニ人工授精(切開法)／**養殖施設管理③**	ブランクトンネット
						夜間	**顕微鏡観察(ブランクトン調査・ウニ卵初期発生)**	
						二日目午前	**養殖施設管理③**／ウニ人工授精(切開法)	
第15回	9月9日	月	1G	日帰り	G科教員	午前	ウニ人工授精(説明:KCl法)	
						午後	ウニ受精卵発生観察	
第16回	9月10日	火	1R	日帰り	R科教員	午前	ウニ人工授精(説明:KCl法)	
						午後	ウニ受精卵発生観察	
第17回	9月11日	水	1A	日帰り	○平山・黒澤・長谷川	午前	ウニ人工授精(説明:KCl法)	
						午後	ウニ受精卵発生観察	
第18回	9月13日	金	1S	日帰り	S科教員	午前	ウニ人工授精(説明:KCl法)	
						午後	ウニ受精卵発生観察	
第19回	9月26～27日	木金	3A	1泊	○古賀・黒澤・長谷川	初日午前	余市郡漁業協同組合ふ化場見学	
						午後	シロサケ人工授精・形態観察／**養殖施設管理⑧**	ブランクトンネット
						夜間	**顕微鏡観察(ブランクトン調査)**	
						二日目午前	**養殖施設管理⑧**／シロサケ人工授精・形態観察	
第20回	10月17～18日	木金	2A	1泊	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	初日午前	飼育実習③	事前協議、依頼文
						午後	シロサケ人工授精・形態観察／**養殖施設管理④**	
						夜間	**地域還元に関するグループディスカッション**	
						二日目午前	**養殖施設管理④**／**シロサケ人工授精・形態観察**	古平小学校連携
第21回	11月13日	水	2A	日帰り	○原渕・元岡・竹藤・蒔田	午前	検卵実習	特大バット10枚
						午後	器具整理等	容器、ピンセット様挟み

実施計画①【ホタテ養殖施設管理技術の習得について】

【目的】道内の栽培漁業重要種であるホタテの養殖施設管理実習を通して、ホタテの管理技術の習得を行う。また、効率的な管理技術についての検討を行う。

【対象】栽培漁業科 2 学年 38 名、3 学年 38 名（総合実習）

【期間】

2 学年				3 学年			
5 月 9～10 日			①	5 月 13～14 日		P	②
6 月 24～25 日	RI	P	②	6 月 6～ 7 日			②
9 月 4～ 5 日	RO	P	②	7 月 11～12 日			②
10 月 17～18 日			③	9 月 26～27 日	RI	P	④

【作業内容】 ①採苗・清掃 ②分散作業・養成作業 ③採苗器収容 ④収穫作業

P：プランクトン採集 RI：水温記録計設置 RO：水温記録計一時回収

実施計画②【道内のホタテ養殖に関する講演会について】

【目的】道内のホタテ養殖についての現状、基礎的な養殖の流れ、最新の研究事例について学び、ホタテ養殖に関する知識・理解を深める。講演内容を班毎にまとめ発表を行うことで、情報読解力、思考・判断、好奇心を育む。

【対象】栽培漁業科 2 学年 38 名（総合実習）

【日時】2019 年 5 月 9 日 9:45～10:45 道内のホタテ養殖についての講演及び施設見学

2019 年 5 月 9 日 18:00～19:00 講演内容発表会

実施計画③【ホタテ養殖施設周辺海域の環境調査について】

【目的】従来から行っている気象観測データと合わせて、ウォーターテンプロガ―を新規に設置し、養殖施設周辺海域の断続的な水温測定を行う。また、プランクトン調査等の環境調査を通して、海洋環境についての理解を深める。

【対象】栽培漁業科 2 学年 38 名、3 学年 38 名（総合実習）

【調査項目】③-① 水温について

ウォーターテンプロガ―を設置、回収しデータを取り出す。

各種データ入力を行い、表にまとめる。

③-② プランクトン調査について

北原式プランクトンネットを用いて、養殖場周辺海域の表層プランクトンを採集し、観察、同定、スケッチを行う。

【日時】2019 年 6 月 24 日 13:30～16:30(総合実習)ホタテ養殖施設管理 水温記録開始
2019 年 9 月 4 日 13:30～16:30（総合実習）ホタテ養殖施設管理 水温記録回収
2 学年　6 月 24 日、9 月 4 日　18:00～19:00(総合実習)プランクトンの観察
3 学年　5 月 13 日、9 月 26 日　18:00～19:00(総合実習) プランクトンの観察

実施計画④【資源増殖技術および生産物の還元について】

【目的】自身に身に付けた知識・技能をいかして、地域の小中学生のためにどのように還元できるか考察することで、思考力・判断力・表現力を練成する。
また、実現可能性等を考慮に入れ、計画を考える。

【対象】栽培漁業科 2 学年 38 名（総合実習）

【日時】2019 年 10 月 17 日 18:00～19:00 養殖技術および生産物の地域還元について
グループディスカッション及び発表会

実施計画⑤【資源増殖技術および生産物の地域還元実践①】

【目的】自身の学びを古平小学校 4 年生に対しレクチャーすることで、地域に還元にする。

【対象】栽培漁業科 2 学年 38 名、古平小学校 4 年生

【日時】2019 年 10 月 18 日 9:00～12:00（総合実習）サケの人工授精実習
(小学生に対しての生徒による演示・共同体験学習)

３、実践記録集

①【ホタテ養殖施設管理技術の習得について】

【目的】道内の栽培漁業重要種であるホタテの養殖施設管理実習を通して、ホタテの管理技術の習得を行う。また、効率的な管理技術についての検討を行う。

【対象】栽培漁業科 2 学年 38 名、3 学年 38 名

【期間】

2 学年				3 学年			
5 月 9 日～10 日			①	5 月 13～14 日		P	②
6 月 24～25 日	RI	P	②	6 月 6～ 7日			②
9 月 4～ 5日	RO	P	②	7 月 11～12 日			②
10 月 17～18 日			③	9 月 26～27 日	RI	P	④

【作業内容】 ①採苗・清掃 ②分散作業・養成作業 ③採苗器収容 ④収穫作業

P：プランクトン採集 RI：水温記録計設置 RO：水温記録計一時回収

【概要】海況にも恵まれ、概ね予定通り上記の作業を終えることができた。

【第 2 学年】4 月 18 日のガイダンス、ホタテ採苗器の作成に始まり、5 月 9 日～本格的な養殖施設管理実習を行った。初回の実習では、波やうねりによって揺れる慣れない船上作業とホタテカゴの匂いによって船酔い者が多数出現し、作業時間が大幅に遅れる等の困難もあった。

船上での作業を分担して行う等、生徒が個々の能力に合わせて尽力し作業をこなしていた。徐々に船上での作業にも適応してきている様子であり、効率的な作業方法についても積極的にやり取りが行われていた。10 月 17 日に採苗器の回収を行い、稚貝を採集することができた。増産に向けて、採集した稚貝は現在も養成中である。

【第 3 学年】ホタテ養殖施設管理実習を行って 2 年目であり、作業内容や作業の流れについてある程度自分達で考えて、行動できるようになった。海況に恵まれない日もあり、船上での作業を諦めて、人に任せてしまう生徒も何名か見られたが、それを責めることなく残ったもので力を合わせて作業に取り組むたくましい生徒の様子が印象的であった。分散作業、本養成作業を行い、3 年貝の収穫を行った。収穫したホタテは 3 学年の総合実習で内部形態の観察、2 学年の総合実習のグループディスカッション時において、ホタテの魅力を確かめるための材料に供した。

(1)船上にホタテカゴを引き揚げた様子

(2)分散作業の様子

(3)新しいカゴに換えて海中へ

②【道内ホタテの養殖に関する講演会について】

【目的】道内のホタテ養殖についての現状、基礎的な養殖の流れ、最新の研究事例について学び、ホタテ養殖に関する知識・理解を深める。講演内容を班毎にまとめ発表を行うことで、情報読解力、思考・判断、好奇心を育む。

【日時】令和元年５月９日 9:45～10:45（総合実習）施設見学及び講演

令和元年５月９日 18:00～19:00(総合実習) 講演内容発表会

【概要】余市町にある独立行政法人北海道立総合研究機構中央水産試験場の見学を行った。その際、道内のホタテ養殖についての現状、養殖の流れ、最新の研究事例についての講演を受けた。生徒はメモをとり、熱心に聞いている様子であった。また、その日の夜の課業時に講演内容をまとめ、班毎の発表を行い、意見を共有した。班毎にまとめる作業については、スムーズに進めている班もあったが、なかなか内容がまとまらない班も見受けられたが、最終的にどの班も発表につなげるまとめができていた。発表に際しては、他者とのコミュニケーションが必須であり、話を進める班長においては責任感の醸成につながったと考える。基礎的なホタテ養殖の流れを理解するとともに、発表におけるプレゼンテ―ション能力の育成も行えたのではないかと考えている。

(1)講演の様子

(2)最新のホタテ研究について聴講

(3)講演内容発表会(共有化)の様子

③【ホタテ養殖施設周辺海域における環境調査について】

【目的】ホタテ養殖施設周辺の海洋環境についての理解を深める。

ウォーターテンプロガ―を用いた水温記録の手法について学ぶ。

プランクトン採集・同定・スケッチの手法を学ぶ。

【日時】令和元年６月 24 日 13:30～16:30(総合実習)ホタテ養殖施設管理 水温記録開始

令和元年９月４日 13:30～16:30（総合実習）ホタテ養殖施設管理 水温記録回収

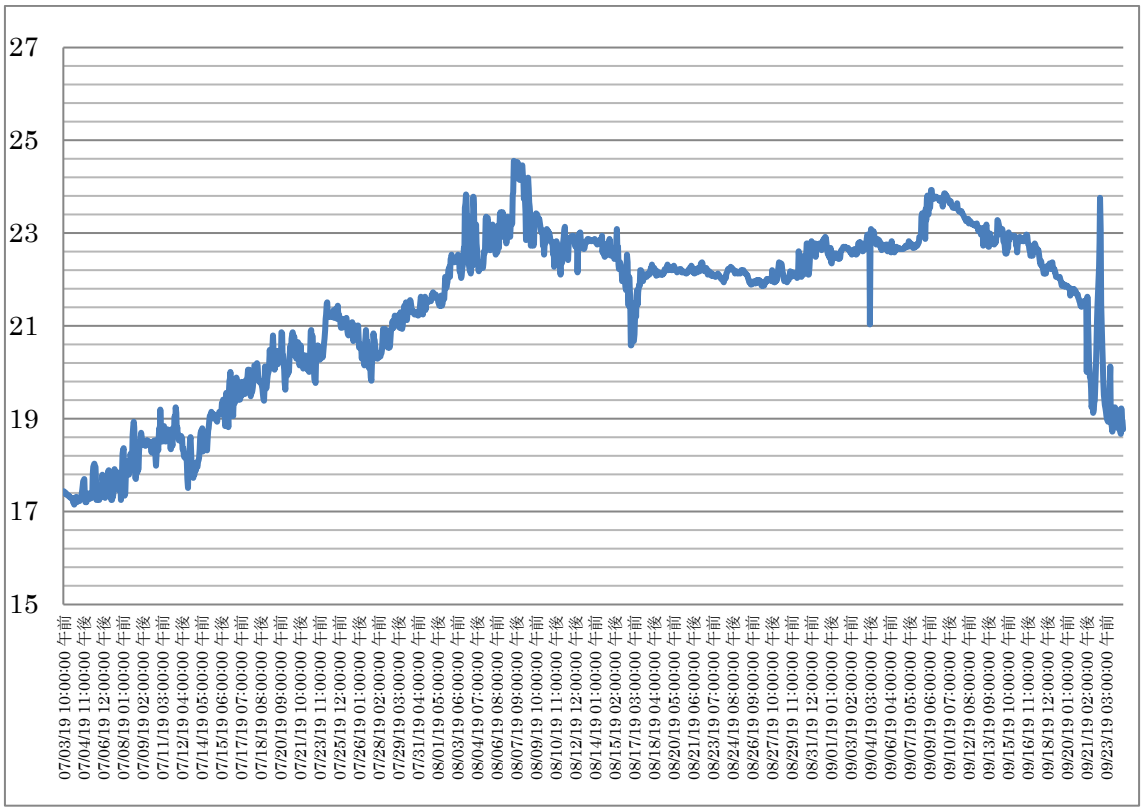
２学年　６月 24 日、９月 ４日　 18:00～19:00(総合実習)プランクトンの観察

３学年　５月 13 日、９月 26 日　18:00～19:00(総合実習) プランクトンの観察

【概要①】船上で自動水温記録装置(ウォーターテンプロガ―)についての説明を受け、養殖施設にウォ―ターテンプロガ―を設置した。水深約 9m 付近の水温を断続的に計測することを開始した。約 2 か月後、ウォーターテンプロガ―を一時的に回収し、水温データを PC に回収した。回収した水温データはＥＸＣＥＬを用いてグラフを作成し

た。作成したグラフは次に示す通りである。

<養殖施設周辺海域における表層水の水温変化グラフ>



これまで、実習時に沖へ船で出た時のみ養殖施設周辺の測温を行っていた（年数回程度）。ロガ―の新規設置によって、養殖施設周辺海域の表層水の一時間毎の水温データが取得できるようになった。

上のグラフを見てみると一時間単位でも水温は絶えず変化していることが理解できる。生徒はこの水温変化について潮の流れの影響と考え、現在の測温地点は潮通しが良い場所ではないかとの仮説を立てている。潮通しが良い場所は餌環境に恵まれ、ホタテの養殖にとってはこの上ない環境であると推察できるが、この仮説を証明するためには、さらに継続的な水温データの取得が必要であると考えている。現在も水温データは継続して取得中である。

(1)ロガ―設置のためカゴ揚げ

(2) HOBO 社製ウォーターテンプロガ―

(3)ロガ―設置後、再び海中へ

【概要②】養殖施設管理実習に合わせて北原式プランクトンネット(100μm)を用いて、プランクトンを採集、教室に持ち帰り、顕微鏡観察を行い、種の同定、スケッチを行った。また、出現頻度を表にまとめた。確認された種数は珪藻類 17 種、渦鞭毛藻類 11 種、繊毛虫類 3 種、放散虫類 3 種、ミジンコ類 3 種、カイアシ類 11 種、翼足類 1 種、ヤムシ類 1 種、オタマボヤ類 3 種であった。

(1)プランクトンネット回収

(2)洗浄後、標本瓶へ

(3)顕微鏡観察の様子

プランクトンのスケッチ（左からカイアシ類のノープリウス幼生、オオスケトビムシ、エビ類のゾエア幼生、ミナミヒゲミジンコ、オオコアミケイソウ）

【観察されたプランクトンリスト】

渦鞭毛藻類	イカリツノモ				4
渦鞭毛藻類	オオスケオビムシ	3			
渦鞭毛藻類	オオナガスケオビムシ				
渦鞭毛藻類	オビムシ	1			
渦鞭毛藻類	クサリタスキオビムシ				
渦鞭毛藻類	トゲスズオビムシ※	1			
渦鞭毛藻類	ヒメフタヒゲムシ				
渦鞭毛藻類	フトジュウシチサボテンムシ				4
渦鞭毛藻類	ホソツノモ	3	1	1	6
渦鞭毛藻類	ヤコウチュウ	1			1
渦鞭毛藻類	ユミツノモ	13		1	
オタマボヤ類	オナガオタマボヤ				2
オタマボヤ類	ナタカレオタマボヤ※				1
オタマボヤ類	ワカレオタマボヤ			1	
カイアシ類	ウミケンミジンコ			2	1
カイアシ類	オヨギソコミジンコ				
カイアシ類	カイアシ類				1
カイアシ類	カギアシケンミジンコ				
カイアシ類	コヒゲミジンコ			1	
カイアシ類	シオダマリミジンコ	1	2		1
カイアシ類	ナイワンケンミジンコ				
カイアシ類	ヒゲミジンコ			1	
カイアシ類	ヒメコヒゲミジンコ				1
カイアシ類	ホソヒゲミジンコ	1		1	
カイアシ類	ミナミヒゲミジンコ	1		17	7
カイアシ類	メガネケンミジンコ	1		4	3
カイアシ類	メガネケンミジンコ			1	
珪藻類	サスマタツノケイソウ	4			8
カイムシ類	ウミホタル				
珪藻類	イカダケイソウ		1		
珪藻類	オオクサリケイソウ				10

珪藻類	オオコアミケイソウ	10	13	9	2
珪藻類	イカダケイソウ※	1			
珪藻類	オリジャクケイソウ				1
珪藻類	カサボネケイソウ				1
珪藻類	ケイソウ類		2		
珪藻類	サキワレトゲケイソウ	23		1	2
珪藻類	ササノハケイソウ	1			1
珪藻類	セボネケイソウ			1	
珪藻類	タイココアミケイソウ		2	2	
珪藻類	ツミキケイソウ				1
珪藻類	ナガトゲツツガタケイソウ				
珪藻類	ナンカイセボネケイソウ	1			
珪藻類	ハリササノハケイソウ	1			
珪藻類	フタコブツノケイソウ	1		1	3
珪藻類	ホソミドロケイソウ	4		1	6
繊毛虫類	オオビンガタスナカラムシ	1			
繊毛虫類	スナカラムシ			1	
繊毛虫類	ツノガタスナカラムシ				1
放散虫類	ウミサボテンムシ			1	12
放散虫類	スポンジマルサボテンムシ				2
放散虫類	ホウサンチュウ			1	
ミジンコ類	ウスカワミジンコ	2		1	1
ミジンコ類	トゲナシエボシミジンコ				3
ミジンコ類	ノルドマンエボシミジンコ	1			10
ミジンコ類	ミジンコ？				
ミジンコ類	ミジンコ類				1
ヤムシ類	ヤムシ				3
ヤムシ類	ヤムシ類	2			
翼足類	ツメウキヅノガイ	1			

④【資源増殖技術および生産物の地域還元について】

【目的】「地域のために何ができるのか？」というテーマをもとに自身の学びを地域に活かす。

【日時】令和元年 10 月 18 日 18:00～19:00（総合実習）養殖技術および生産物の地域還元について

【概要】自身が学んだことを活かして「地域(小中学生)のために何ができるのか？」というテーマについてグループディスカッションを行った。特に生産物であるホタテについて有効に利用できないかというディスカッション後、班毎に発表を行い、意見を集約し、実現可能性についての議論を深めた。様々な意見やアイディアが共有された。その中でも実現可能性の高い小学生へのサケの人工授精実習教室と中学生への生産物（ホタテガイ）の提供を軸に、どのような形で養殖の魅力や苦労を伝えるか検討を進めていくことにした。

(1)グループディスカッションの様子

(2)そもそもホタテの魅力とは？

(3)班毎に発表の様子

⑤【資源増殖技術および生産物の地域還元実践①】

【目的】自身の学びを古平小学校 4 年生に対しレクチャーすることで、地域に還元にする。

【日時】令和元年 10 月 18 日 9:00～12:00 (総合実習)

【概要】先日の話し合いに出ていた地域の小中学生への還元について、古平小学校と連携し、4 年生を対象に、生徒自身が学んだサケの人工授精法について演示した。サケの雌雄判別の手法や採卵・採精法、人工授精法、授精卵の取り扱いについてレクチャーし、高校生 2 名と小学生 2 名のグループを作り、アトキンスふ化盆への授精卵の収容を行った。生徒は学びを活かす機会に恵まれたことに対する喜びや学びの重要性に気付いた等の感想を持っていた。新たな気づきを与えるいい機会になったと考えられる。他方で、まだまだ魅力を伝えきれていない等の反省もあった。楽しくわかりやすく資源増殖の苦労や魅力を伝えるには自身の更なる勉強への取り組みが必要であると考える生徒もいたようである。

(1)採卵の様子

(2)媒精後の洗浄作業を手伝う小学生

(3)協力してふ化盆へ卵を移す様子