石巻専修大学研究ブランディング事業報告書

平成 28 年度～平成 30 年度

「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ」
― 草葉起源による内水面養殖業の創出 ―

文部科学省私立大学研究ブランディング事業採択

社会知性の開発をめざし
地域課題の解決に取り組む

石巻専修大学

発刊に寄せて

石巻専修大学　学長　尾池　守

平成 31 年 4 月 1 日に、石巻専修大学は創立 30 周年を迎えます。また 5 月 1 日から新元号に変わることもあり、学内外ともに記念すべき年です。

このたび発刊する「石巻専修大学研究ブランディング事業報告書」は、平成 28 年度に採択された文部科学省私立大学研究ブランディング事業の３年間の取り組みをまとめたものです。

採択された本学のテーマは、「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ－草葉起源による内水面養殖業の創出－」。テーマ設定の背景には、東日本大震災から６年（申請時）が経過し、被災地にある大学として石巻地域の更なる発展のためには、復旧・復興の先を見据えた取り組みが求められると考えたことがあります。地域にある資源に着目し、新結合（イノベーション）によって新たな付加価値を創造し、地域の活性化や産業振興にもつなげていく、そうした取り組みが研究面においても大切で、本学が今後とも堅持していくべき独自色（研究ブランド）であると再確認したからです。

この枠組みの下でサブテーマには、震災の影響等で利用されなくなった耕作放棄地等で牧草などを栽培し、それを原料に餌づくりを行い、最終的には魚介類まで育てる循環型内水面養殖の研究を据えました。申請時点において、先行実験に着手している中で地域への波及も期待できるなど、枠組みに最も合致していたことが決め手となりました。

核となる装置や設備の完成が大幅に遅れるなど、時間的、環境的に厳しい事業となりましたが、地域内外の機関から多くのご支援を賜るとともに、集中して事業に当たった結果、新たな知見もいくつか得られました。草葉を利用した循環型内水面養殖への研究は今回をもって終わりでなく、産業化へ向けて得られた知見を更に探求することとしています。

また、他分野においても地域資源に着目した研究を奨励するなど、地域活性化の中核的拠点として地域課題の解決に向けた取り組みを全学的に推進していく所存です。

平成３１年３月

目　次

発刊に寄せて

第１章　私立大学研究ブランディング事業の申請内容

第１節　事業概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　2

第２節　事業内容・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3

第３節　事業実施体制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　7

第４節　年次計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　9

第２章　活動報告（事業の取り組み状況とその成果）

第１節　第１研究グループ（内水面養殖システムの構築）・・・・・・・・・・　14

Ⅰ　事業の背景と取り組み状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　14

Ⅱ　研究成果報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　16

第２節　第２研究グループ（流通とマーケティングの確立）・・・・・・・・・　39

Ⅰ　事業の背景と取り組み状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　39

Ⅱ　研究成果報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　39

第３節　第３研究グループ（研修システムの確立）・・・・・・・・・・・・・　50

Ⅰ　事業の背景と取り組み状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　50

Ⅱ　研究成果報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　50

第４節　研究会の開催報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　63

第３章　各種事業関連の取り組みと実験設備等の記録

第１節　PDCA サイクルに基づく点検・評価活動・・・・・・・・・・・・・・・・ 66

第２節　講演会・シンポジウム開催報告

第１項　平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業講演会・・・・・・ 70

Ⅰ　開催要項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 70

Ⅱ　開催報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71

第２項　石巻専修大学創立 30 周年記念事業

「平成 30 年度私立大学研究 ブランディング事業シンポジウム」・・・・・ 73

Ⅰ　開催要項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73

Ⅱ　第１部 特別講演・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74

Ⅲ　第２部 研究成果報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 75

第３節　実験設備等の記録

第１項　実証試験圃場・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 78

第２項　予備実験施設・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82

第３項　大型養殖水槽の完成まで・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83

資料１　第３研究グループ研究調査資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 88

資料２　石巻専修大学研究ブランディング事業紹介記事・・・・・・・・・・・・ 103

第１章　私立大学研究ブランディング事業の申請内容

第１節　　事業概要

第２節　　事業内容

第３節　　事業実施体制

第４節　　年次計画

第１章　私立大学研究ブランディング事業の申請内容

第１節　事業概要

【事業名】

震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ－草葉起源による内水面養殖業の創出－

【申請タイプ】

タイプ A（社会展開型）：地域の経済・社会、雇用、文化の発展や特定の分野の発展・深化に寄与する取り組み

【支援期間】

平成 28 年度～平成 30 年度（3 年間）

【事業概要】

震災未利用地等において栽培の草葉を起源とした餌料生産によって、循環型内水面養殖の確立を目指す。生物・環境・情報工学の融合により新たな養殖法を開発し、経営学や人間学の視点も取入れて事業化や人材育成に繋げるもので、震災復興に資するとともに地域の産業や雇用創出も期待できる。地域資源に着目し新たな結合によって産業創出等へ繋げていく研究は、被災地に在る大学としての使命であり今後とも堅持すべき独自色でもある。

図１－１　事業概要イメージ図

第２節　事業内容

【事業の目的】

本事業の目的は、地域が直面する様々な課題等に対して、本学で行われている理学や工学、社会科学、人文科学の研究活動を横断的に結び、基礎的な試験、開発、調査結果等に基づき、新しい技術や知識を体系化させ、地域特性を活かした産業創出に向けた育成や展開が期待できる研究として発展させることである。

【大学の現状・外部環境・社会情勢等】

石巻専修大学は、平成元年の開学以来、一貫して「社会に対する報恩奉仕」を念頭に、石巻圏域の振興を目指した多くの教育研究活動に取り組んでいる。宮城県北部にある高等教育機関として、石巻市・東松島市・女川町・登米市の行政機関との間で包括連携協定を、地元の石巻信用金庫との間で連携協力に関する協定を締結し、地域社会の発展と人材育成及び学術の振興に寄与してきた。

平成８年度から（公財）石巻地域高等教育事業団の補助金、平成 22 年度から石巻市の補助金を受け研究活動を行い、定期的な報告会を開催して、地域に研究成果を還元している。大学の知見も広く市民に開放すると共に、産学官協力体制の推進と地域産業の振興を図る大学開放センターや、課題解決を研究プロジェクトとして推進する共創研究センターによって、地域課題を結びつけ、石巻圏域に還元させている。

さらに、東日本大震災以降は、津波被害を最も受けた地域の真只中に位置する大学として、地域から震災復興に対する支援や役割も求められている。平成 23 年 3 月には被災地域の防災と振興に関する事業を展開する復興共生プロジェクトを立ち上げ、地域で活躍する教育者や人材を養成する人間学部を平成 25 年 4 月に開設するなど、地域の要請を踏まえた活動を積極的に展開してきた。現在は、3 学部（理工学部・経営学部・人間学部）2 研究科（理工学研究科・経営学研究科）の体制で研究及び教育活動を行っている。

石巻圏域は水産業が活発な町として知られているが、水産資源や漁業従事者の減少等の問題を抱え、抜本的な拡大を望める状態にはなく、水産業関係の復興も震災以前の状態に戻っていないのが現状である。また、水産業関係の衰退に伴い沿岸付近では、多くの地方が抱える高齢化、人口流出や産業の空洞化によって、地域コミュニティの衰退という課題に直面している。東日本大震災の津波被害にあった東松島市では、耕作放棄地や農業の衰退で作付けされない農地も多く見られる。一刻も早く、若い就労希望者にも魅力的な「故郷に根差しつつ、全国的に活躍できる働きの場」の創設が待ち望まれるところである。このためにも、地域が抱える課題等の解決と結びつけ、戦略的な研究を展開し、地域特性を活かした産業創出や付加価値の高い地域商品づくり等、地域経済の持続的な発展に努めていくことが重要である。

【研究テーマの設定と適切性】

本事業で行う研究テーマは、「草葉起源による内水面養殖業の創出」で、震災等で増えている未利用農地を使い餌料の原料となる植物（草葉）を生産し、食物連鎖を利用して地域特産化を目指す商品価値の高い魚類を内水面（飼育水槽）で養殖するシステムの開発である。

本研究では、理工学部が餌料用の植物について生物科学的なアプローチで葉の成分、栄養素、発酵プロセスの検討を行う。水質環境学・生物科学的な手法により、その植物をもとにして細菌類から原生・後生動物へ、さらに小型甲殻類の増殖を介し、魚類生産へと展開していく。対象とする閉鎖循環型の内水面養殖では、養殖条件の制御要素が多く、環境工学・熱流体工学を基礎に、水の流れや拡散をベースとした諸水質環境の最適化を図ることができる。この利点を追求するため、水の物理・化学的特性が生物の生理活性に及ぼす効果に着目した実験的研究を進める。これらは、魚介類の「臭み」「食感」「美味しさ」等と、養殖環境全体の関係を明確化するもので、本研究以前には同種の報告例は見当たらない。成果は、養殖環境下で物理・化学的変化に対応する食糧としての魚介類価値への新たな知見となり、新規養殖産業創出の切り札になると考えている。

このように理工学部全体で本研究の一翼を担うだけではなく、魚介類は経営学的観点からマーケティングの検討を加えて選定する。内水面養殖技術の確立後は、事業化と普及に向けて、地域での起業化技術習得のための研修が必要になる。そのため、社会学・教育学の手法によって、地域性を踏まえつつ基本的仕組みから実際の起業方法、実務作業から事務運営全般・会計処理まで、長期間研修していく実習プログラムを構築することとしている。本養殖技術は、既存の漁業権や販売権に左右されずに、新規従事者による起業も可能で、研究テーマとして適切である。

【研究によって期待される成果等】

循環型内水面養殖システムを確立することは、餌料用の植物（草葉）の生産、餌料生産、養殖と種苗生産、流通と企画などの４分野に波及していく。未利用の農地を活かした新たな産業が創出され、新たな雇用が生み出され、将来的には全国の過疎地への適用も可能である。植物を起源にした餌料への適用研究や、生物科学的及び栄養学的見地から、細菌類、小型原生・後生動物、小型甲殻類、魚類等を育てる環境を最適化する制御技術が発展する。基礎から応用に亘る研究を行うことで、地域振興にも貢献しうる知見が得られると共に、総合的な研究、学術分野を横断する研究を通じて、異分野融合的な学術交流が加速される。

【全学的な優先課題としての適切性】

本学は、宮城県北部の唯一の高等教育機関として、研究及び教育活動を軸に地域との相互理解を図ってきた。東日本大震災後、地域連携の取り組みが活発化しているが、各教員の専門領域を起点にした研究活動は、地域の持続的な発展や新しい文化の形成に向けた力強い推進力とは必ずしもなっていない。

本学が、石巻圏域から誘致された経緯を踏まえ、地域振興を図る成果を生み出せる研究活動を推進するためにも、本研究は優先課題

として適切である。

【地域の発展等への寄与、ブランディング事業としての適切性】

本研究の成果は、循環型内水面養殖の確立だけではなく、新技術結合より生まれる付加価値の高い魚介類生産は地域ブランドとして新産業や雇用を創出させ、地域の持続的発展に寄与すると共に、本学の研究活動の強化や学際的教育研究分野の開拓に資する。石巻圏域行政のまちづくり計画や将来計画等の総合戦略には、中長期に人口減少が進むと予測されているが、克服する戦略策定の一つとして、新たな地域ブランド、新産業や雇用を創出させる本研究が適切であり、産学官一体で研究を推進していく必要がある。

石巻市、東松島市、女川町、登米市では、本学との積極的な連携により地域振興を図るため包括的な連携協定の締結を行い、行政計画の中に本学との関わりによる活性化施策を盛り込んでいる。石巻市、東松島市、女川町の首長・議長会議との懇談会でも、産学連携や地域を担う技術系・ビジネス系・幼児教育・文化・社会等の分野の人材育成・振興を期待する意見が出されている。

【計画の実現可能性、研究成果の測定方法】

本事業の研究で基盤とするのは、研究リーダーを務める教員が、駿河湾特産の漁獲直後の桜えびを「密集状態で生かす」技術によって培われたものである。この基盤を基に、魚介類の成長要因の餌料生産・成長から魚介類増殖の要因を水の物理化学的条件を見直し養殖産業の制御要因に活かしていく計画である。

本研究が計画通りに進捗した場合、地域や社会への影響は大きく様々な可能性も広がる。１つ目は「耕作放棄地や未利用地の活用」の可能性が飛躍的に高まり、２つ目は「新たな産業創出や雇用の創出」の期待、３つ目は「環境にやさしい安心・安定生産」という新しい生産の仕組みが生まれるなどである。本研究では、所管の共創研究センターにおいて、行政機関や有識者を学外委員に加えて、定期的に進捗状況等の報告を受け検証を行う。

【自己点検・評価及び外部評価の実施体制】

学内の検証・評価体制としては、自己点検・評価全学委員会が全学的な評価活動方針等を示し、これを受けて各個別機関が点検・評価活動を行っている。共創研究センターも個別機関の１つとして PDCA サイクルに基づく書類を提出し、大学全体の報告書として評価・検証され、さらに外部の有識者で構成する外部評価委員会においても評価・検証が行われる。このため、先ずこの体制の中で進捗状況を報告する形で評価・検証する。さらに、共創研究センターでは、本学の研究プロジェクトの評価に関するルールに則り、学外委員も加えて評価・検証することとしている。

【研究の独自性、研究を足がかりに打ち出そうとする大学の独自色】

今回、本学が打ち出す研究における独自色は「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ」である。本研究は、津波被災地以外の地域にも適用できる独創的なもので、大型水槽の水質と流れや拡散・浄化レベルが、魚介類の生理と「臭い」「食感」等の品質へ及ぼす影響の総合的な評価は、新規で学術的に高い内容を含み、同時に内水面養殖の最適化制御へ直接つながっていく。

宮城県北部の唯一の高等教育機関である本学は、多面的な地域貢献を行う必要がある。地域ニーズと大学の知的資産のより円滑なマッチングが期待される。こうした研究成果をやがて産業創出へつなげる。

東日本大震災では、本学が被災地の復旧に向け、施設提供・人的提供・知的資源の提供・地域貢献等積極的に行ってきた。この経験を踏まえて、地域の復興・活性化に向けた事業を実施している。本申請は、上記取り組みで積み重ねた地域とのパートナーシップを基に、本学が知的リーダーシップを発揮しながら地域特性に立脚する産業創出を提示するものである。

【社会的意義を広報する方法・研究成果との関連性】

研究の進捗状況は、定期的にホームページ上で公開するとともに、地域の行政機関等と定期的に開催している諸会議（圏域首長・議長懇談会、圏域高等学校との懇談会等）で報告する。成果は、本学研究紀要で公開すると共に、地域住民等を対象にしたシンポジウムで報告する。また、それぞれの研究分野では成果を学術論文として報告する。開学時から一貫しているのは、地域資源に大学の資源を総合的に結びつけ、地域振興に結びつけることである。このため、今後も継続していく研究の方向性として「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ」を独自色とした。地域資源は、農産物などに限らず自然や文化など多岐に亘る。本学に蓄積された知識は、開放講座等で市民に還元し、学術と日常生活の関わりや学術が持つ意味に対する理解を深める機会としている。本研究は、植物、微生物、魚等の地域の生物資源に焦点を当てることから、地域と大学間において相互理解を図る必要がある。この取り組みによって、復興や地域活性化に対する本学の姿勢が一層強まる。

【事業を大学のブランディングにつなげていく展望】

資本や人的資源に乏しい石巻圏域にとっては、最新の研究成果に基づく産業創出と企業活動の展開が重要である。ブランドを足がかりとして目指す大学運営の方向性は、今回の事業を進める中で得られる学部学科間や地域との連携、研究から事業化までの様々な課題解決のための手法について、今後の研究活動は勿論、学部等の教育課程・内容・方法にも反映させる。本学の研究者が行う研究において、ベクトルが今回掲げたブランドを意識したものとなるよう、全学的な取り組みを推進していく。

第３節　事業実施体制

【全学的な事業の実施体制】

学内の実施体制については、本事業は、学長のリーダーシップにより全学的な研究の基本方針等を審議する「石巻専修大学研究推進委員会」の下で決定し推進する。具体的な研究の実施については、地域の課題研究を目的に設置された共創研究センター（センター長は学長が指名）が担っていくこととしている。センター内には、多分野の研究者からなる研究プロジェクトを立ち上げ、３つの研究グループを設ける。第１研究グループが「内水面養殖システムの構築」、第２研究グループが「流通とマーケティングの確立」、第３研究グループが「研修システムの確立」をそれぞれ分担する。

第１研究グループ	研究代表者(責任者)	高崎みつる教授
	研究分担者	芳賀信幸教授、阿部知顕教授、依田清胤教授、根本智行教授、鳴海史高准教授、福島美智子教授、宮嵜厚教授、玉置仁教授、尾池守教授、泉正明教授、高橋智准教授、島田了八教授、足立岳志教授、中込真二教授、工藤すばる教授、佐々木慶文准教授、渡辺正芳准教授、劉忠達助教、木村健司助教、松谷武成教授、前田敏輝教授、太田尚志教授、鈴木英勝准教授、青柳智（特別研究員）、熊谷幸博（研究補助者）
	研究協力者	菊地忠次（㈱東邦管工代表取締役）
第２研究グループ	研究代表者(責任者)	庄子真岐准教授
	研究分担者	益満環教授、工藤周平准教授
第３研究グループ	研究代表者(責任者)	柳明教授
	研究分担者	佐藤利明教授、指方研二教授、惠原貴志教授
	研究協力者	照井孫久教授、山崎省一教授

※氏名は事業計画書掲載順。

【自己点検・評価体制、外部評価体制】

本学の自己点検・評価体制としては、自己点検・評価全学委員会において全学的な点検・評価の方針、評価活動等の審議がなされ、これを受けて個別機関が PDCA サイクルを念頭においた点検・評価活動を行っている。研究に係る個別機関も同様で、各年度の報告書は自己点検・評価全学委員会に集められ、大学としての報告書にまとめ、さらに外部の有識者で構成する自己点検・評価全学委員会の外部評価委員会においても評価・検証している。今回の事業については、毎年度、進捗状況等をこうした既存の体制にも報告し評

価・検証する他、本学の研究プロジェクトの評価に関するルールに則り、共創研究センターにおいて、学外委員として行政機関及び有識者も加えて評価・検証することとしている。

具体的には、①事前評価としての研究の必要性、達成すべき目標、研究の実施体制、自己評価結果等に関すること。②中間評価としての研究の進捗状況、研究計画の修正の必要性、自己評価結果等に関すること。③事後評価として研究の成果、自己評価等に関すること。④その他必要な事項、としている。

また間接的ではあるが、地域の各機関等と定期開催している各種の会議（圏域首長・議長懇談会、圏域高等学校との懇談会等）においても進捗状況等の報告を行い、そこで出た意見等をその後の事業に活かす予定である。

【学外との連携体制】

本学は、石巻市等からの誘致や校地提供等、多大な支援の下で開学している。宮城県北部の唯一の高等教育機関として、石巻圏域の行政機関や学校に対して多くの委員を派遣すると共に、様々な事業を協同して行っている。さらに、東日本大震災直後においては教職員と学生が被災者支援を行い、復旧活動への施設提供、復興に係る事業に対する教員の派遣等を行ってきた。これらは、国内では他に例を見ない密な連携である。

今回の事業では、実際のフィールド（田畑）を使うのは、石巻圏域の東松島市内である。東松島市とは石巻市や女川町と同様に包括連携協定を締結し、様々な分野で連携活動を展開している。毎年度定期開催している圏域首長・議長懇談会の構成メンバーでもある。また、今回の事業推進、さらには事業評価に際しては、東松島市の支援・協力も確認している。

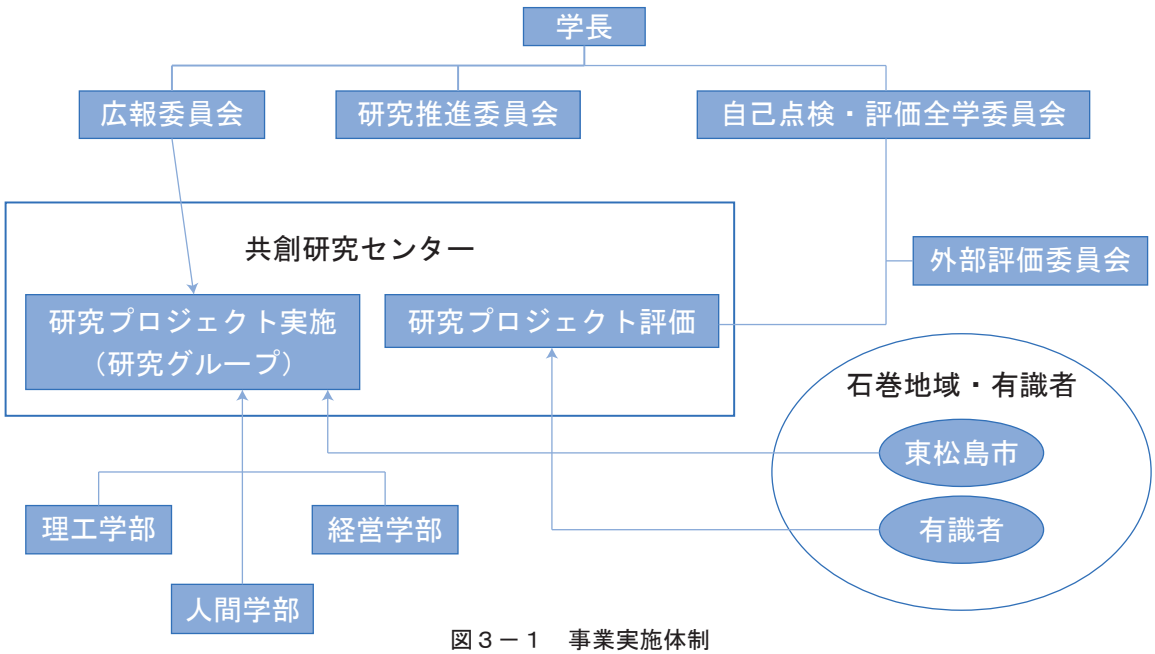


図３－１　事業実施体制

第４節　年次計画

本研究では、3 研究グループが連携して、高い付加価値を有する内水面養殖システムの構築から流通・マーケティングや研修システムの確立までを目指す。

平成 28 年度	
目標	本研究では、３研究グループが連携して、高い付加価値を有する内水面養殖システムの構築から流通・研修の確立までを目指す。平成 28 年度は、研究全体が円滑に進むように初期の擦り合わせや調整を十分に行うことから始める。グループ毎の詳細は次のとおり。 ○第１研究グループ（内水面養殖システムの構築）： 平成 28 年度は、餌料候補草葉のタンパク生産への検証を行う。草葉起源の主要水質影響要因を捉え、摂餌速度の変化と物質収支から基礎生産力の検討を進め、高品質位で安全な魚介類生産に向けた餌料の整理を目標とする。 ○第２研究グループ（流通とマーケティングの確立）： 養殖魚介類における市場性確立のための要件を把握する。得られた知見を第１研究グループ、第３研究グループと共有し、研究の初期段階から市場化を意識した取組みになるようグループ間の擦り合わせを行う。 ○第３研究グループ（研修システムの確立）： 平成 28 年度は研修システム確立のための効率的研究手法の確定を目標とする。
実施計画	「餌料生産」の基礎を確立する上で必要な初期研究段階で、マーケティング情報を参考に付加価値の高い魚介類生産を目指す。また、流通手法や研修システムの基礎情報の整理を始める。グループ毎の詳細は次のとおり。 ○第１研究グループ： 草葉を原料とする魚介類養殖生産における基礎情報として、餌料特性の把握を進める。次年度へ向け魚類/小型甲殻類養殖用の水槽開発に向け机上計算と設計を進める。 ○第２研究グループ： 養殖魚における市場性確立のための要件を文献調査により整理する。次に、精査された論点に基づき、養殖魚の高付加価値化に成功した先進地域の視察調査を実施する。 ○第３研究グループ： 本事業展開の方針を「若者の働く意欲を喚起する職場構造」と捉え、地域の雇用創出と地域活性化の方向を探るために、先進地域の視察調査を実施する。

平成 29 年度	
目 標	平成 29 年度は、養殖環境と「魚介類臭」や「食感」との結びつきの解明に特に力を入れる。また、３研究グループで認識を統一し研究を進める。グループ毎の詳細は次のとおり。 ○第１研究グループ： 平成 28 年度を引き継ぎ「安全・安心」を基礎の付加価値とした研究に加え、さらに「魚介臭が無く食感の良い」の魚介類生産を、さらなる付加価値に加えた研究目標とする。魚介類の養殖環境を整理し、制御との関係を求めることも目標とする。 ○第２研究グループ： 養殖魚における市場性確立のための要件を文献調査により整理する。次に、精査された論点に基づき、養殖魚の高付加価値化に成功した先進地域の視察調査を実施する。本研究の成果として生産されうる魚種について、その市場特性を把握する。 ○第３研究グループ： 平成 28 年度の研究課題を引き継ぎ、効率的な研修システムのための情報収集を実施するとともに、本企画の成否に関わる諸要因を考慮して研修システム構築に向けた手法を探る。
実 施 計 画	平成 29 年度における本研究の実施計画は、消費者共通の嗜好性を根拠として平成 28 年度設定の付加価値以上の魚介類生産へ向け、養殖環境と制御で変化する魚介類の商品価値を整理する。グループ毎の詳細は次のとおり。 ○第１研究グループ： 養殖環境が魚介類の品質に影響することは知られている。平成 29 年度は大型水槽と現地水槽の２系統で並行実験し、本研究の特徴である水の動きと養殖環境の制御を整理する。 大型水槽内で水の流動状態を制御パラメータとした実験を行い、流動状態（ADCP；３次元流速計で計測）が水質や摂餌量へ与える影響を詳細にモニタリングし、流動制御が水質を介し魚介類の「臭い」・「食感」に与える効果を調べる。水の流動状態、物理・化学的特性及び生物活性との関係性を整理することで、内水面養殖システム管理に必要な制御情報のデータベース化を進める。養殖環境下の魚介類と物理・化学的特性との関係性を定量化した研究成果は、前例の無い新たな知見を与え、新規産業創出への切り札となる。また、内水面養殖産業創出への大きな貢献となる。 ○第２研究グループ： 市場ニーズ、流通や販売チャネルについて、聞き取りを行う。大都市居住者の消費性向、嗜好の調査も実施する。 ○第３研究グループ： 他地域の起業的活動や産学協同・共同事例へのヒアリングを実施し、事業展開の諸課題や、若者雇用の可能性、研修システムの方策を探り、地域活性化のための知見の集積を行う。現地調査の対象を水産に限らずに、広く農産物加工やその他地域資源を利活用する取り組み事例とする。

平成 30 年度	
目 標	平成 30 年度における本研究の目標は、平成 28 年度、平成 29 年度研究の継続と事業化へ向けた３年間の研究総括とする。グループ毎の詳細は次のとおり。 ○第１研究グループ ３ヶ年の研究成果をまとめ、草葉起源の餌料生産から内水面養殖管理や制御手法をまとめる。 ○第２研究グループ 事業化に向けた具体的な検討を進め、事業化の全体像を示す。 ○第３研究グループ 研修システムの具体化に向けた検討を進め、研修の全体像を示す。
実 施 計 画	○第１研究グループ 平成 29 年度研究の継続から、本プロジェクト事業の成功を目指した実験研究結果を総括し、 ・魚介類養殖へ適した草葉の生産 ・草葉から初期餌料への転換効率の良い製造手法 ・養殖魚介類に「臭い」が無く「食感」に優れた養殖水槽内管理と制御 ・市場性のある内水面養殖魚介類の流通と販売への展望　などをまとめる。 実験３年目は、それまで蓄積した内水面魚介類養殖を事業化へ向け実証する。養殖水槽の最適制御等を通し魚介類の成長速度や商品価値を確認する。 ○第２研究グループ 石巻圏域の地域産業として確立していくために、地域関係者（生産の担い手、流通業者、マーケティング担当者等）との協議会を立ち上げる。最終的には、事業化に向けたロードマップを作成する。 ○第３研究グループ それまでの事例調査やヒアリング等から得られた知見等を踏まえ、事業実施地の地域住民・行政機関を受講対象に想定した研修システムの全体像をまとめる。

研究装置の整備概要

【大型水槽】

地下水などを水源とする閉鎖型循環系の内水面養殖の利点には、流れや水質、浄化システムまでの養殖環境コントロール要因の制御が可能なことで、制御のこまめな実行などによる養殖水槽管理の徹底とそれによる品質管理と商品品質の安定を挙げることができる。欠点には、制御要因の数と内容の多様化が生む制御の複雑さとコスト上昇を挙げることができる。

実用的で競争力のある内水面養殖事業創出に先立つ研究の立ち位置からは、この利点と欠点を十分に理解し、それに立脚する実用的範囲で簡易化可能なモニタリングシステムへの落とし込みに向けた情報整理を科学的根拠に基づいて進める必要がある。海面養殖では無理な養殖環境の総合管理を内水面養殖で行い、そこで生産した魚介類の商品価値に活かす為に本研究は大きな鍵になる。大型水槽実験の履行には、水流・造波や酸素濃度・水温制御のこまめな調整可能な装置が必要になる。一連の装置と、水槽内の密度流や局所流の影響も拾える連続した多点計測機器によるモニタリングや計測機器で得られない水質情報は、セットで相乗的に働き研究に必要な情報収集を進めることになる。これは、本研究遂行に不可分な整備内容である。

大型水槽工事には以下の付帯工事を伴う。○水槽本体、○本体内部造作（浄化システム装置と冷却用配管取り回し）、○冷却用水送配水管工事、○給排水工事、○本体断熱工事、○実験用通路と足場工事、○本体保護壁面工事、○エアコン（水槽設置屋内）

【制御システム】

大型水槽の実験では、流れと波の強弱や与え方で起こる、流れエネルギーによって引き起こされる水塊移動が例えば溶存酸素のような魚介類呼吸に関わる水質要因の物質収支を決める基本的な要因になる。大型水槽内の内水面養殖の利点と欠点の十分な理解を深め、実用的範囲で簡易化していく過程では、主要な水質情報の局所的な理解も大事である。局所的に発達する水質の特異的な変化の魚介類生理条件へ与える影響が大きければ、養殖水槽全体を一体とみなす仮説の下で行う水環境制御は欠点の多いものとなる。溶存酸素などが水槽内の魚介類密度が変化しても均一になるような制御を進めるには、水槽内の密度流や局所流の影響も拾える連続した多点計測機器によるモニタリング機能の整備が必須となる。また、計測機器での連続した情報では得られない魚介類健康状態に直結する水質情報も必要で、これを得る為の水質分析システム整備は多点計測機器によるモニタリングとセットとして必要になる。これは、本研究遂行に不可分な整備内容でもある。本研究遂行に必要な大型水槽実験を上記に照らして整備する中に含まれる内容を以下に示す。

○３次元微流量流速計（ADV)、○流れ発生装置と造波装置、○水中計測モニター：pH、DO、EC、ORP8 セット・(水槽内８箇所同時測定)、○データ変換/転送装置（水中センサー測定値を電波でパソコンへ転送)、○パソコン（実験データ受信と整理専用)、○センサーでの情報取得困難な分光水質分析システム（アンモニア性窒素、亜硝酸・硝酸性窒素と遊離塩素分析に利用)

第２章　活動報告（事業の取り組み状況とその成果）

第１節　第１研究グループ　「内水面養殖システムの構築」

第２節　第２研究グループ　「流通とマーケティングの確立」

第３節　第３研究グループ　「研修システムの確立」

第４節　研究会の開催報告

第２章　活動報告（事業の取り組み状況とその成果）

第１節　第１研究グループ　「内水面養殖システムの構築」

石巻専修大学理工学部
高崎 みつる（研究代表者）、他 26 名（詳細については７ページ参照）

Ⅰ．事業の背景と取り組み状況

１.研究背景の整理

本研究は東日本大震災の影響を受けた宮城県石巻市にある（石巻専修大学の）被災者目線から見て、被災地の真の復興は失われた産業と生産システムの再興との認識に基づく新産業起こしを目指すものであった。

新産業おこしに繋がる戦略的要因は、「東日本大震災を受けた地域で、他の地域より強みのある条件を活かす」ことである。

これには、気象条件など自然界の特徴をベースに、東日本大震災による変化も含まれる。

1-1. 東北地方の沿岸各地に見られる気象面から見た特徴

図 1-1，図 1-2 には、太平洋沿岸の仙台と日本海沿岸の秋田の１次生産に必要な自然条件を示す。

この図に示されるように、4 月から 10 月の降雨量と日照時間は図 1-2 に示す日本海沿岸の秋田では、安定して優れた傾向を、図 1-1 の太平洋沿岸仙台は 6 月から 9 月の日照時間が幾分短い傾向を見ることが出来る。何れにしても日本海沿岸・太平洋沿岸共に日差しと降雨に恵まれた地域である。

草葉の伸張の盛んな春期から秋にかけて、降雨と日照に恵まれるこの地域の未利用農地や河川土手草などでは、草葉の繁茂が盛んになる。これらはそのまま放置され、利用せずに処分される割合の大きな未利用の草葉資源と云うことも出来る。

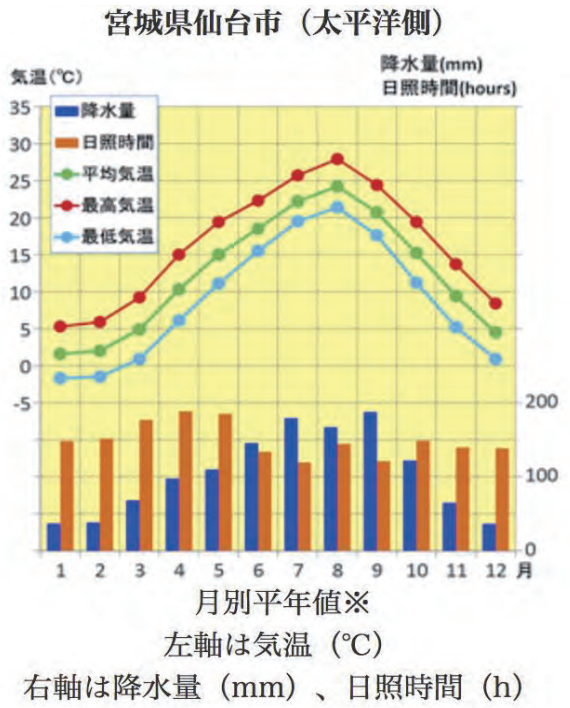


図 1-1　被災地の気象（太平洋沿岸）
〈日本気象協会ホームページ東北地方の平年の天候を引用〉

人口減少に伴い未利用・農地などの割合は増える。未利用農地や、河川土手草などに繁茂した草葉を原料として餌料生産からタンパク生産を行うことが可能となれば未利用地は有効利用される「資源」のベースとなる。

被災地（太平洋岸）では沿岸に近い場所で使われていた井戸が塩水に変わっていることも確認されている。もしこれが利用可能であれば、容易に濾過海水を得ることが出来る。

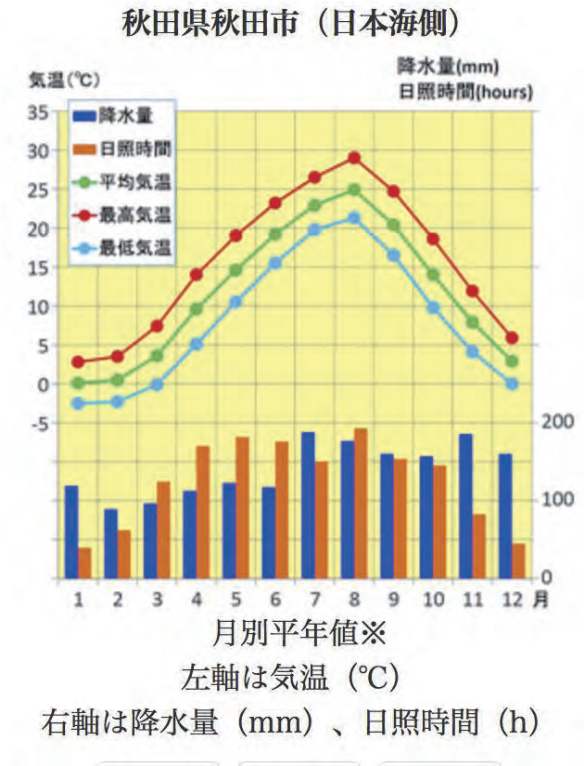


図 1-2　被災地の気象（日本海沿岸）

濾過海水を得るには大きなコストを伴うのが普通となる。もし常時濾過海水利用が可能でタンパク生産へ繋げることが可能となればその地域への恩恵は大きい。

1-2. 目的の確認

本研究は、未利用の草葉を原料に、東北地方の地勢的特性に支えられ餌料生産から、陸上養殖でのタンパク生産を行うことを最終目標とした取り組みに向かい、その基礎を築くことである。

○生態学的には従前からの１次生産ベースで見た地球人口は定員過剰

○温暖化や漁獲圧上昇で、世界的に海面漁業は衰退

○世界的な動物タンパクは、肉⇨魚へ変化【自然環境や環境容量・農地面積から見れば、これ以上の食肉生産は不可能】

◉　世界の人口構成中・中間所得層は高級な食へとシフト

・・動物タンパク消費増加が予想・・

◉　世界人口増加の続く予想下で中間所得層人口比が低所得層の人口増加より大きく伸びると予想されている。

世界的に見ると、陸上で生産される動物タンパクから魚類タンパクへのシフトが加速され、全漁獲量の半数以上がすでに養殖で賄われている。この世界的な傾向は日本人の食生活とは真逆のものとなっている。日本の漁獲タンパク資源動向は、沿岸漁業・沖合＆遠洋漁業を合わせた全漁獲量の長期的減少の影響で減少している。日本は養殖生産量が少ないことも特徴で、これも世界的な養殖生産量の長期的増加傾向を示すのとは逆の傾向となっている。

世界的な漁獲増加傾向の中でも過半数を超える養殖生産の活発な国々では、養殖用餌料供給場所は近隣の海面漁業とリンクしているケースが多い。一方で養殖餌料代は値上がりが続いている。日本の沿岸漁業・沖合に養殖業を加えた全漁獲量に占める養殖割合は２割弱だが、その生産額は 4～5%と収益割合に比べて小さい。その原因の１つは「餌」になる。(FAO「Fishstat (Capture Production, Aquaculture Production)」（日本以外の国）および農林水産省「漁業・養殖業生産統計」に基づく水産庁作成資料 2017 年を引用)。

聞き取り調査の範囲では、全養殖コストに占める餌料経費割合の増加が際立ち、エサ代

が全経費の過半数を大きく超えている例すらある。

このような世界的なタンパク不足に伴う魚類タンパクシフト傾向は今後ますます強まると考えられている。

1-3. 研究の位置付け

魚介類消費の世界動向や日本の養殖業を取り巻く様々な環境を重ね、東日本大震災被災地や人口減少の続く地方圏域で今後伸び代の確実に見込める産業起こしを考えた。食の確保を陸上養殖（内水面養殖）で進めようと志せば、水利権不要な養殖に不可欠なシステム（浄化システム）の開発と、安価で質の良い餌料生産への技術開発が不可欠となるように思える。

これが循環型陸上養殖システム開発と、草葉起源の餌作りへ向いた挑戦の始まりとなる。

Ⅱ. 研究成果報告

２. 陸上養殖（内水面養殖）システム開発へ向けた技術課題の抽出と整理

2-1. 実規模水面養殖施設による技術課題の抽出

本研究は、清澄な沢水を容易に得られた山形県鶴岡市小堅の元小堅小学校（写真 2-1）と、石巻専修大学構内に新設した大型水槽（写真 2-2）の２箇所で行った。

鶴岡市元小堅小学校では、実規模養殖を閉鎖系の陸上施設で進めることが可能か検証を行い、これを浄化など養殖施設に関わる様々な課題抽出と共に進めた。

石巻専修大学構内に新設した大型実験水槽では、内水面浄化システム開発に関わる通常の養殖システムでは分割出来無い養殖システム内に起こる隠れ汚濁（通常施設ではどこが汚濁発生源か判断することは不可能）メカニズムの状況把握を主目的に、エサ作りに至る総合的検討を行った。

写真 2-1 鶴岡市堅苔沢元小堅小学校のヤマメの実養殖実験施設

2-1-1. 山形県鶴岡市堅苔沢におけるヤマメの実養殖実験施設

ヤマメ降海型で山形県の県魚に指定されているサクラマスは、孵化後の一時期を冷水の淡水域で過ごした後降海し、サクラマスとして戻ってくる習性を持つ。

堅苔沢は上流の湧き水を水源とする２級河川で、水質は生活排水や産業排水混入の無い（１反に満たない水田経由排水は混入する）表流水が通年流れ、枯れない沢となっている。実験施設は堅苔沢が流れる集落最上部に位置する廃校跡地（元小堅小学校）で行なった。実験には現場組み立ての簡易水槽を複数用

いた。

2-2. 実験施設と実験目標

堅苔沢の沢水を利用した元小堅小学校に設けた施設は、約 140㎡のハウスに複数の水槽を設けている。この実験では、通常のサケ科の養殖に使われる人工餌料を給餌し、孵化後 10g 程の稚魚からの成長過程に起こるイベントを対象にした検討を進めた。それらは、○内水面養殖のクローズド化での水質汚濁特性　○浄化特性の理解　○その最適な組み合わせシステム探索を行った。

実際の養殖同様の給餌により魚の成長過程に沿う排泄、魚体成長とシステム内の変化を「きれいな水作り」の観点から検証した。その中でも特に注目するイベントとして位置付けた低水温期の特性に着目した浄化システム開発を行った。冬期間の水温低下時期には魚の行動も鈍り摂餌行動と摂餌量は減る。この時期に積極的な摂餌行動を行わせ、魚体成長を促すことが出来ればこれからの冷水魚養殖に朗報となる。

庄内実験施設ではその地理的特性を生かし低水温期の積極的な摂餌行動に向けた方向を探る事も目標の一つとした。

2-2-1. 実験に用いた２つの大型水槽とその役割分担

石巻専修大学構内大型水槽は、広さ約 120㎡で防風処理のあるハウス内に打設した深さ約２ｍ面積約 44㎡のコンクリート構造となっている。

写真 2-2 石巻専修大学構内大型実験水槽

打設されたコンクリート壁は、コンクリート固有の特性である高アルカリ化のリスクが予想されたため、定期的に水を入れ替える作業を１年ほど続ける必要があった。また実験水槽の水源は地下水（井戸水）を使用するが取水量がやや少なく、水槽を水で満たすために時間を要することもあり、実際に魚を育てながら様々な情報を得る実規模実験系については鶴岡市元小堅小学校（以降庄内実験施設と称す）で先行して研究を進めることとした。

石巻専修大学構内大型水槽（以降大学実験水槽と称す）ではシステム内に起こる様々なトラブルへの対処や水質変化の途中経過確認実験等を行う実験系から研究を始めた。

大学実験水槽は水の流れ、浄化システムを様々に組み替えることが出来る配管経路を組んでいる。養殖の進行を仮定した水の物理/化学的変化の過程と水槽内システム調整の関係、思いがけず発生するトラブルが浄化や汚濁、水循環や水質変動へ及ぼす影響などの定量的評価を可能にしている。

また大学水槽実験では、将来的には本研究の主眼となる草葉起源の餌料生産からの実

践的養殖の可能性を探るメニューも考えられる。

2-2-2. 庄内実験施設実規模養殖の経緯

庄内実験施設の方向性は、実規模実験を通した養殖システムの汚濁と浄化に関わる水質変換メカニズムの特徴を把握し、魚の商品化とサイズに影響する休眠状態＝冬期低水温期間の魚体成長への鍵を開こうと試みた。

2-2-3. 低水温期の水質評価と浄化能の検討（冬季間の養殖効率上昇を目指して）

実験は、2018 年 10 月下旬にヤマメ稚魚をおよそ 1200～1300 匹ほど水槽へ移して始めた。実験開始から様々なアクシデントを経て、11 月上旬以降庄内実験施設水槽の水温低下が始まった(図 2-2-1 参照)。

稚魚のヤマメ（山形県朝日連峰の大井澤原産）は、水温 10℃～９℃以下から約６℃まで

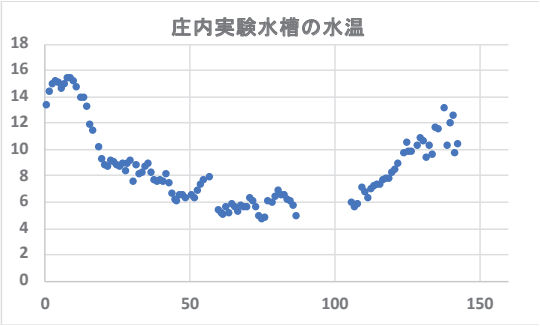


図 2-2-1　11 月 1 日が横軸経過日数の初日、143 日は 3 月 22 日　(87 日から 106 日までの空白期間と 144 日以降は、尾腐れ病対策で塩浴水槽へ移動)

の水温間に食が細くなっていったが、餌は食べ続けた。5℃以下へ水温が低下するようになると餌を食べなくなった。この時期の問題は「尾腐れ病」発生とその広がりで、水温低下による摂食圧低下が起こるだけでなく、水質劣化も見られるようになった。「尾腐れ病」の進行対策として 1/25 からの塩浴水槽への移動を行なった。「尾腐れ病」がほぼ終焉した 2/14 から再度養殖水槽へ移した魚は、3 月下旬以降の水温上昇期に再度尾腐れ病を発生した。

この期間中の水質を代表する指標には DO(溶存酸素濃度 mg/L)を挙げることができる(図 2-2-2 参照)。

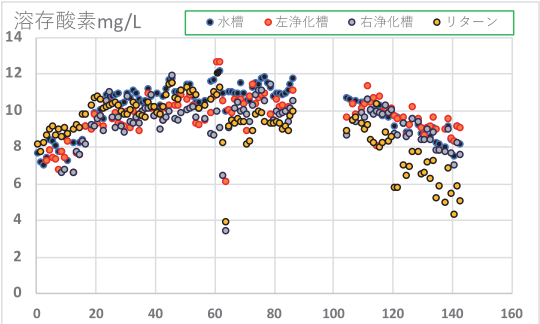


図 2-2-2　庄内実験施設での低水温期間中の DO 濃度変化

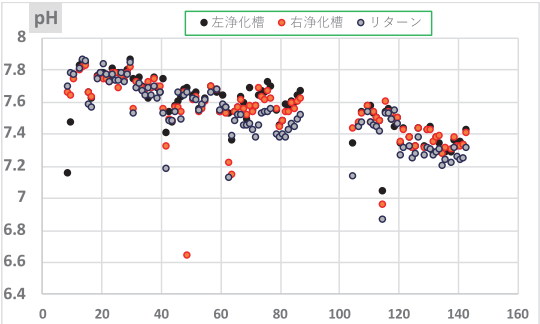


図 2-2-3　庄内実験施設での低水温期間中の水素イオン濃度の変化

実験開始直後は 11 月上旬に 15℃程度の水温が続きその後、養殖水槽内に水温低下が進み、12 月下旬から 1 月下旬の間に水温は 4℃～５℃間を推移し、2 月中旬に６℃台へ上昇するまで低水温期は続いた。2 月中旬以降は水温上昇が起こり 2 月下旬から水温上昇傾向は加速していった。全体的にはこの間の水温変化は下に凸型の推移を示している。溶存酸

素は水温低下と逆の上に凸型の推移を示しているが、清澄な沢水や渓流を好むヤマメの呼吸や生息環境に十分な溶存酸素濃度となっている。水温や溶存酸素濃度と異なり、水素イオン濃度の変化には養殖開始から一方向の減少傾向を示していた(図 2-2-3 参照)。

特に注目すべき点は、pH の全体的な低下傾向の中で見られる、浄化システム内に起こった低い pH 領域の観測値である。これは図 2-2-3 中の pH 全体のトレンドライン下方 pH 域に見られるスポット値として確認出来る。

さらに図 2-2-4 に見られるような酸化還元電位の高い（水中の電気特性は酸化側へシフト）領域の出現となる。

pH の低くなるスパイクを観測した、実験開始後のおよそ 20 日経過あたり、さらに概略 40 日経過近傍、およそ 60 日経過後あたりの時期に「尾腐れ病」の発生や進行が目立つようになってきている。この時期に図 2-2-4 に示す ORP の酸化側への急激なシフト傾向が発生していた。

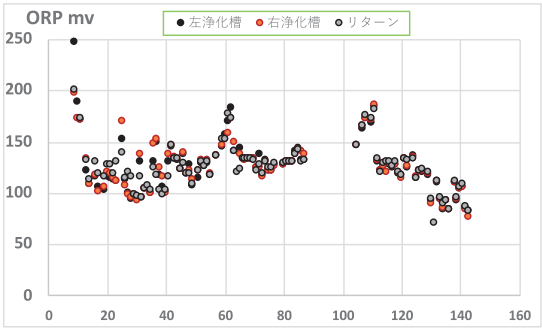


図 2-2-4　庄内実験施設で見られた低水温期間中の酸化還元電位：ORP（mv）の変化

浄化システムに微生物反応処理を用いるメリットは多く、すでに無数の実績がある。しかし微生物生態利用で 10℃以下の低水温条件で浄化機能を発現させるのは困難である。また有機物処理を生物処理・微生物反応系で取り扱う施設例では 15℃以下で浄化能/分解能は大きく低下し、10℃付近を境に浄化能力が殆ど停止することは常識となっている。

また魚介類だけでなく、微生物そのものへの毒性を示すアンモニア性窒素は有機物以上に低水温での処理が苦手なこともよく知られている。このように低水温での浄化機能には難点のある微生物反応を利用した処理だが、庄内実験施設では過去の実験例を基礎に開発した低水温対応型生物処理・微生物反応系の利用可能性を試みた。

図 2-2-5 には、養殖水槽と浄化システム内の電気伝導度：EC（mS/m)を示す。

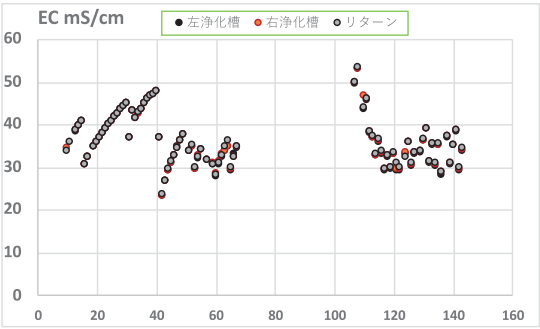


図 2-2-5　庄内実験施設で見られた低水温期間中の電気伝導度：EC（mS/m)の変化

実験経過に伴う電気伝導度の変化は他の水質変動と異なり、特徴ある変動傾向を示した。短い期間に右肩上がりの変化を示した後、急激な下降減少が起こるように見える繰り返しがある。急激な EC 上昇は水質悪化の深刻な進行時に起こり、その上昇に合わせた浄化能力が追いつかなくなると、緊急対策とし

て沢水導入を行なった。その過程で EC の急激な低下が観測されている。EC は水温低下に伴い上昇するので多少の上昇が起こっても不思議ではない。水中で急激な EC の上昇は、各種イオン濃度の上昇や、沈殿物となり不活性化したように見える様々な成分の Σ（総和）から生産される溶存イオン増加につながることが多い。DO、pH、ORP、EC の図から、浄化システム破綻（ブレイク）の可能性と同様、水槽内へ水質汚濁物質の蓄積がかなり進んでいる可能性を示す。

図 2-2-6 から図 2-2-9 に示す棒グラフは、庄内実験施設に試した低温対応向けの浄化システムでの窒素系汚濁浄化の進行過程を示している。浄化機能が働かないような本質的エラーで浄化能力低下が起こるか、または水槽内への汚濁物質蓄積によって浄化能力の低下が起こったかを判断する実験の結果でもある。実験期間を通し最も低水温期だった２月に４回行った。

低水温時（4.7℃から 5.5℃）時の庄内実験施設で行った浄化フローに沿った追跡実験結果が図 2-2-6 から図 2-2-9 の原水と R1 と R2 に、本質的な溶存態無機窒素浄化機能評価をカラム１（C1）とカラム 2(C2) にそれぞれ示している。

このように庄内実験施設の浄化槽のみを対象にした溶存態全窒素の変化の追跡検証実験は、実規模養殖水槽水を原水に、庄内実験施設で常時通している第１浄化槽から第 2 浄化槽→（返送水）→実規模養殖水槽水の流れに従った水の追跡評価である。

写真 2-3. 庄内実験施設の浄化槽　手前が第１浄化槽は好気条件微生物反応槽で有機物除去とアンモニア性窒素の硝化促進微生物反応槽、奥に続く第２浄化槽は微好気から部分嫌気反応槽。

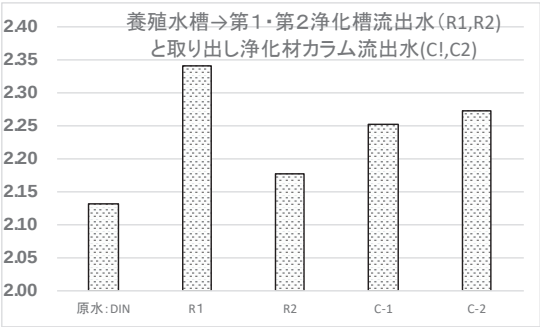


図 2-2-6　実験１：図中原水には養殖水槽集水管流出水を示す低水温時（4.7℃から 5.5℃）時のヤマメ養殖浄化槽の溶存態全窒素の変化

第１浄化槽には実験開始時から魚の糞などが集水管経由で運ばれ、それが浄化槽内で沈殿堆積物になり蓄積している。この箇所では沈殿堆積物の分解による無機イオンの溶出や微生物代謝で生成される有機酸なども生成されることが予想される。

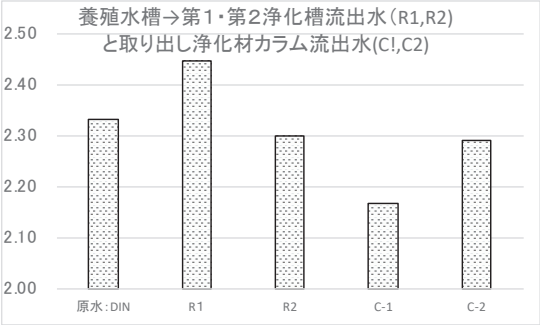


図 2-2-7　実験２：原水は第１浄化槽→第２浄化槽から養殖水槽へ返送される
低水温時（4.7℃から 5.5℃）時のヤマメ養殖浄化槽の溶存態全窒素の変化

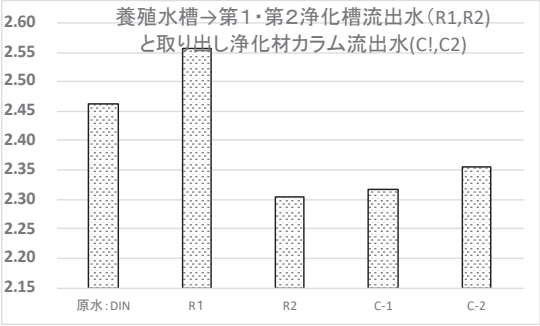


図 2-2-8　実験３：C１、C2 は浄化槽中の浄化材を一部取り出し透明カラムに充填し、流量調整でろ過層通過時間 120 秒と 90 秒で流出するカラム

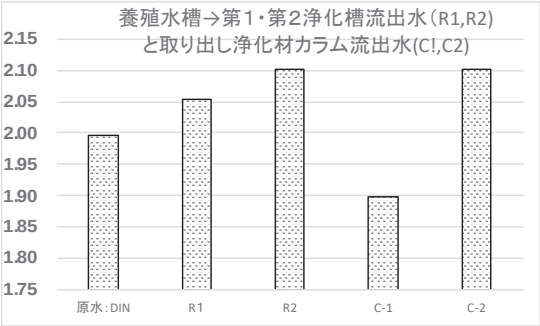


図 2-2-9　実験４：低水温時（4.7℃から 5.5℃）時のヤマメ養殖浄化槽の溶存態全窒素の変化

浄化と汚濁負荷供給が同じ系内で一緒に起こる複雑さを取り除くため、沈殿堆積物影響を除外する実験系を設置した。浄化材の一部を取り出し透明アクリルカラムに詰めたカラム実験系がその役を担う。カラム実験系の充填材濾過層通過時間は C1 系で 120 秒、C2 系で 90 秒に設定した。なお養殖水槽の排水を受け入れる実処理系の濾過層通過時間はどちらも当初は５分設定とした。しかし濾過層表面には目視確認できるレベルの不陸が発生し、それに伴う濾過抵抗のばらつきの評価は困難である。表面の不陸（凸凹）影響は濾過メカニズムへ大きく影響することが予想できた。このような濾過層に発生した不陸に伴う濾過層中を流れる水のブレイクスルーの影響は評価できない。

一連の図に示す溶存態総窒素（DIN）は、直接毒性（アンモニア性窒素）と健康状態を徐々に悪化させる要因の（亜硝酸性窒素と硝酸性窒素）の総和である。養殖水槽の水は第１浄化槽へ入り、第２浄化槽を経て返送されていく。その過程に起こる無機態窒素変化（浄化）は有機物除去（浄化）に比べ温度条件は厳しく有機物除去が進まない。有機物酸化が進まない条件下での無機態窒素変化は窒素除去に必要なエネルギー不足になり成立しない。

実験 1；図 2-2-6 から実験 4；図 2-2-9 まで４系全てでDINは原水濃度より第１浄化槽が高くなっている。第１浄化槽(R1)から第２浄化槽(R2)への過程でDINは低下した。しかし実験４にその傾向を認められず、R1 から R2 へ進む段階に起こった浄化は不安定だった。

この影響は、浄化材への蓄積沈殿物の影響か、それ以外の影響かの評価は浄化槽から取

り出し浄化材をカラム充填した実験系から検討した。

カラム実験原水には第１浄化槽の水を用いている。養殖水槽の水を原水とせず、浄化過程の水追跡実験１から実験４状態と同条件でカラム実験を行っている。カラム１とカラム２の実験系では浄化材充填層を通過する時間（120 秒と 90 秒）に設定しているが、これは養殖水槽の水を常に受ける実処理槽（浄化槽）表面凸凹に起因するブレイクスルーを考慮し水の濾過接触時間が短い場合の浄化能を検討したかった為である。

水の濾過接触時間が 120 秒のカラム（図中 C-1）は、４つ全ての実験系に共通し DIN は減少した。この結果は硝化反応を好気条件下で進めるアンモニア性窒素の酸化細菌と、嫌気条件下で亜硝酸と硝酸性窒素から窒素除去を進める脱窒素菌の働きは４℃から５℃の水温条件下でも発現する微生物反応が起こっていると判断する根拠となる。

従前の報告では４℃から５℃の水温域で無機態窒素の浄化（酸化と脱窒素）の例は見当たらない。庄内実験施設で試みた低水温下で浄化機能を発揮出来る浄化システムの検証は、このように低水温でも沈殿堆積すると酸化分解を起こす内部負荷原因の排除（沈降分離）後の水を浄化槽内で硝化・脱窒素反応を進め、活性を維持する微生物反応であった。

実処理施設の流水追跡実験に見られる浄化能力破綻（システムエラー）は、カラム実験結果を参考にすることで浄化槽内に溜まった水槽底層の浮遊性懸濁物質などに依る内部汚濁負荷が原因と考えることができた。120秒から90秒といった短時間で起こる微生物の付着した濾材の浄化機能が確認できたことから、実処理槽濾過層表面の凸凹への過度なフラット化維持管理はそれほど大きく影響しないと推測できた。

低水温時にも窒素系浄化機能の浄化が可能という認識は一般論と再現性で議論すれば現段階では大胆な見識で、それを支える十分な根拠に乏しい。

水温が 4℃～5℃の時期に行った実験結果が再現性のある「大胆な現象」であれば、もう少し水温上昇のある時期では、より明確な窒素系汚濁の浄化現象を確認することが出来るはずである。その際、浄化に影響を及ぼすと考えられた２つの要因（水槽底部の沈殿蓄積している懸濁物質と浄化槽表面の凸凹由来のブレイクスルー）への評価も可能な実処理槽システム変更が望ましい。

水槽底層の浮遊性懸濁物質などが集水管路を経て浄化槽へ運ばれる過程で起こる内部汚濁負荷の影響の直接評価を庄内実験施設で行うのは不可能な構造である。そこで沈殿槽新設により浄化槽への流入水中懸濁物質の影響低減を試みた。沈殿槽を設けることで、水槽底層に凝集集積する浮遊性懸濁物質が水槽への流入水として悪影響を及ぼして引き起こす内部負荷を除外することが出来る。

養殖水槽からこれまで第１浄化槽へ流入した水は、新設した沈殿槽を経てから第１浄化槽へ運ばれるような変更を行った。また濾過層全体の微生物反応を安定化させる為、浄

化槽の濾材表面に形成される凸凹の影響が少なくなるように（ブレイクスルーが起きないよう）考慮した。

実験時の水温は 9.4℃から 9.6℃を示し、前回の低水温実験に比べ５℃弱上昇していた。

ヤマメ養殖水槽からの水は集水管を経て→沈殿槽→第１浄化槽（R-１）→第２浄化槽（R-２）と流れる過程で浄化され返送ポンプで養殖水槽へ戻る。この過程に伴う水の流れを追跡した２回の実験は 3 月上旬に行った。実験結果を 図 2-2-10 に示す。

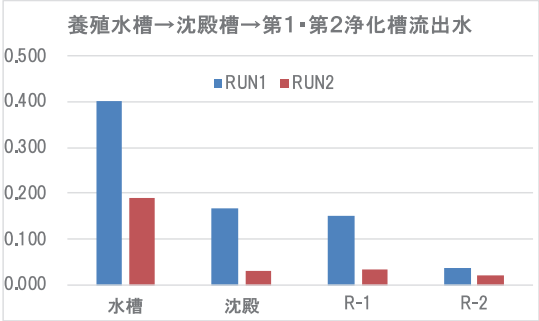


図 2-2-10　低水温時（9.4℃から 9.6℃）の溶存態全窒素(DIN)の変化

図 2-2-10 には、ヤマメ養殖水槽の浄化システムに沈殿槽を加えた効果（働き）が明確に現れている。沈殿物を浄化槽内に蓄積させないような方向の改修効果は、溶存態全窒素(DIN) 減少の 1/2 以上の削減効果を示している。本実験でも水温は低く沈殿槽内に新たに流入した懸濁物質の分解が短時間内には進まなかったことも沈殿槽浄化性能に貢献していると考える事も出来た。沈殿槽をヤマメ養殖水槽と浄化槽の間に設置する事で浄化槽への懸濁物質流入が抑止できただけでなく、沈殿槽の水質改善効果も現れた。

このように沈殿槽で DIN 減少が効果を発揮しているのに比べ、第１浄化槽を通過する段階では DIN 減少を確認することはできなかった。この図には示さかったが、第１浄化槽は好気条件の強い反応槽で、主にアンモニア性窒素の酸化を担っている。RUN1、RUN2 ともに第１浄化槽での DIN が見掛け上減少しないのは、この槽ではアンモニア性窒素(NH4-N)の酸化反応が促進されたためであろう。アンモニ性窒素の酸化反応過程起こると亜硝酸性窒素と硝酸性窒素が生産される。この無機態窒素の置き換わりが第１浄化槽で起こるので DIN は見掛け上変化しないように見えてしまう。

RUN2 では沈殿槽での浄化が進み、第２浄化槽まで DIN 減少傾向は小さかった。この実験時の第２浄化槽流出水濃度は RUN1：0.03mg/L で、RUN2：0.02mg/L となっていた。これは清澄な沢水水質を下回る濃度域となっている。この濃度あたりに本実験の浄化能力下限があるように思える。RUN1 と RUN2 で測定した DIN は、同時期の堅苔沢の沢水中に含まれていた DIN より一桁低い値を示していた。

実験系として沈殿槽を加え、水温 10℃弱の条件で行った養殖水槽付帯実処理浄化装置の DIN 除去率は、

RUN1：８８％、　RUN2：９１％

となり、処理流出水濃度は 0.02mg/L と 0.03mg/L になった。

本実験では処理時間（浄化槽＝濾過層通過

時間）の短さも従前の水処理装置と比べ、特徴あるシステムになっている。この微生物反応系利用の浄化槽の浄化性能は、他の多くの浄水処理と同等以上の成績と言える。

このシステムは水質浄化プラント業界で広く使われる補助機器は無く、反応促進の為の各種反応助剤も無添加条件で行った実験である。

本養殖システムに用いた浄化システムの流出水質の浄化限界（下限）は清澄な沢水や渓流と同等以上の成績であることも大きな収穫となった。

陸上養殖システムを閉鎖型で考える場合、低水温浄化技術が進み、地温利用などで２℃から３℃の水温上昇が可能となれば、冷水魚の成長が止まる冬季間の成長を支えることも可能となる。

2-3. ヤマメ養殖実験での餌料効率と水質汚濁に関して

ヤマメの試験養殖に用いた餌料は、市販のマス用配合餌料である。給餌量は餌の食べ具合を見て調整したが、概ね予想されるヤマメ全重量の１％から２％程度を目指した。

養殖での餌料効率は、○魚体の成長　○排泄物（糞尿）および体表面の粘液　○魚に食べられず水槽の底へ沈殿堆積する未利用分に分けて考えられるだろう。魚体は収穫時に測定するとして、ここでは排泄物（糞尿）中およびヤマメ体表面の粘液から水槽水中へ及ぼす汚濁負荷を測定した。

養殖水槽の水はヤマメの成長に伴って汚濁レベルの進行が大きくなる。これは稚魚導入時（１０g 以下から２０g 程度）が成長に伴い体重は１０倍、２０倍へ変化していくのに比例する。給餌量も魚体に合わせ増加するため当然でもある。ヤマメは水槽底部を回遊するように泳ぎ回り、排泄物（糞は目視可能だが、尿や体表面由来の粘液による汚濁状態は目視不能）は水槽低層部に多く緩い凝集や個々に底層へ集積しているように観察出来る。庄内実験施設の水質管理に関わる研究では、水路の水を汲み出す方式での観測が可能となっている。

ヤマメの餌が排泄された後時間経過でどう変化するか、食べ残しの餌を含む底層沈殿堆積物を水槽水深 5〜7cm 程度へ下げた沈殿物の吸い取り採取サンプリングで得た試料を用いた実験を行った。

ヤマメ用配合餌料２種類（餌１と餌２）の給餌前成分（餌１と餌２）評価をそれぞれに行った。　給餌後の最初の排泄は給餌およそ５時間後だったので、初期排泄の糞成分を（沈殿１）、３日間継続給餌後の３日間成分を（沈殿２）、２週間成分の分析を（長期沈殿）として行った。

実験の前準備段階では十分な水槽清掃を行った。その後堅苔沢の沢水を導水し数時間後に水槽内の魚が落ち着いた頃に餌を与え上記説明のサンプリングへと進んだ。初期条件はほぼ同じような条件で行っている。このような実養殖過程の底層近傍高懸濁物質を多く含む水中のタンパク含有率測定結果を図 2-3-1 に示す。

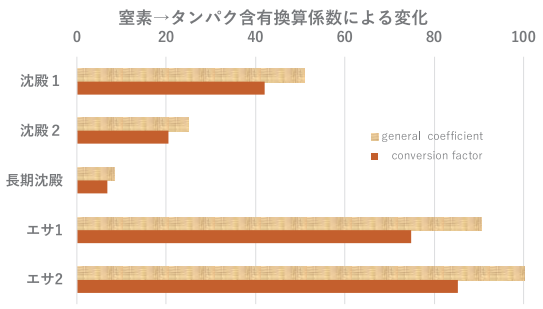


図 2-3-1　庄内実験施設での餌と底層沈殿懸濁中のタンパク質含有率

図 2-3-1 では、全窒素（ケルダール分解法で計測）からのタンパク換算係数を通常のタンパク餌料ベースで計算した場合タンパク含有量 100%となったので、係数を変化させてタンパク含有率を推定した値も同時に示した。

給餌前の餌に含有されているタンパク含有率がヤマメに食べられ糞となった場合どう変化するかを調べることで、市販配合餌料中タンパクのヤマメへの転換率を測定した。

給餌後最初の排泄と思える時間帯の直後にサンプリングした底層沈殿物中のタンパク含有率は図 2-3-1 に示すようにオリジナル餌料のタンパク含有率に比べ 49%と 56%となっていた。

高価な市販餌料を与える養殖で、魚体へ移行するタンパク成分はおよそ 1/2 となっている。水産専門の方々は魚の餌収率を約 50%と見なすと云う内容の文献内容と同じ結果となった。３日間の給餌と排泄の繰り返しで、水槽低層の沈殿物は一部懸濁態へ変化していた。サンプリング結果からは図中に見られるように給餌後最初の排泄中タンパク含有率は約半分の 20%から 24%へと減少し、更に 14 日経過後の底層懸濁試料中タンパク含有率は 16%台へ減少していた。底層中を懸濁している間に失われるタンパク成分は、有機物や糖類もあるが、有機体窒素化合物は無機態窒素へ加水分解され、その最初の形としてアンモニア性窒素：NH4-H が出現する。アンモニア性窒素を酸化分解する硝化菌は、水温 20℃以上で活発に活動し、水中のアンモニア性窒素を亜硝酸性窒素から硝酸性窒素へと微生物の働きで酸化を進める。

水中生物にとって、アンモニア性窒素は急性毒性を示す。亜硝酸性窒素と硝酸性窒素は魚類体内で高濃度になると血中酸素の結びつきを妨害し、酸素呼吸に依存した高等生物の生命活動に妨害要因となる。水道法で人に対して許容される亜硝酸性窒素と硝酸性窒素合計（NOx-N mg/L）は、10mg/L となっている（日本. EU. USA 共に共通）。

このような経緯から、サンプリング試料中の DIN とアンモニア性窒素の分析も同時に行った。給餌後の時間経過に伴う DIN 測定結果を図 2-3-2 に、アンモニア性窒素測定結果を図 2-3-3 にそれぞれ示す。

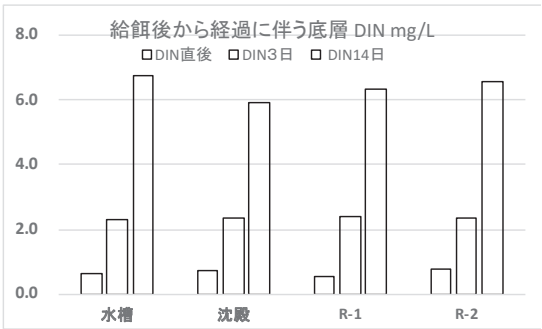


図 2-3-2　庄内実験施設での底層懸濁

給餌直後の水槽底層水中 DIN はおよそ 0.6mg/L で、給餌直後底層水の負荷に対し沈殿槽、生物浄化槽共にほとんど減少傾向を示さない。

この傾向は給餌後３日、14 日後の底層水が実浄化槽に導入した後も同様で、どのシステムにも DIN 減少効果を見ることは出来なかった。

実験過程では底層近傍の沈殿物や懸濁物中に含まれた排泄物採取の過程で、水槽の水抜きを行ったのと同時に浄化槽の水も抜かれる。浄化濾材は水が抜かれ干された状態が続いたことも影響しているように思えるが、この件に関する検討は行わなかった。

生物反応/微生物反応利用の浄化システムからの水抜きを行うことが想定されるなら、あらかじめ浄化系の保全対策を行うか、浄化槽への水供給を絶やさないなどの配慮は必要になるとの教訓を得た。

アンモニア性窒素の測定結果図 2-3-3 からは、給餌直後から３日後まで、排泄物などから水中へ回帰するアンモニア性窒素濃度は低いのに対し、14 日後には高濃度のアンモニア性窒素が検出されている。

その値は３日後濃度の 30 倍以上になっていた。14 日後に出現する高濃度アンモニア性窒素濃度は浄化システム全般に見られ、見掛け上この時点で浄化機能は失っていると判断出来る。

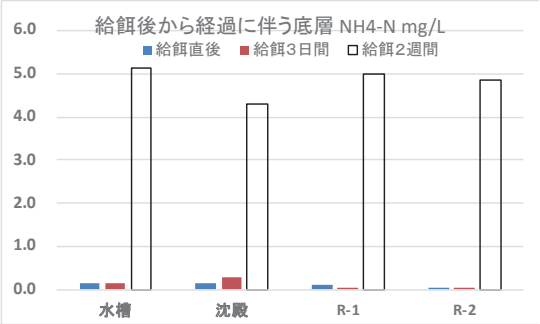


図 2-3-3　庄内実験施設での底層懸濁水中　NH4-N mg/L

2-3-1 水槽システム依存の汚濁負荷に関して（大学水槽実験の配管付着生物膜による汚濁負荷源）

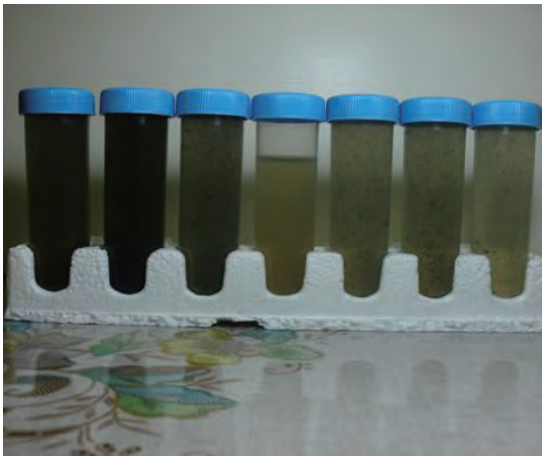
前節までは養殖の進行に伴う魚の摂餌後の糞尿など、排泄由来有機物の負荷との関わりを養殖水槽と浄化システム中心に検討してきた。

養殖システム全体の中で水質汚濁発生源となる（水槽水の接触する）箇所は水槽底面や水路下部だけではない。水回り全体が対象で当然管路内に発生する汚濁負荷も対象となるが、これが評価された例を殆ど見られない。

本節では、管路内に発生する汚濁負荷の評価を行った。評価対象は大学水槽実験の集水管とサージ管および循環水管路を含みポンプ周辺管路も含まれる。

管路内に発生する汚濁負荷は流水中に溶存したイオン状態のものは勿論だが、その発生源は管路壁に沈着した沈殿物や付着増殖したバイオフィルムと想定できる。

写真 2-4　大学水槽実験の配管フラッシュ洗浄時に流出した配管内付着生物膜



写真は、１回目７サイクル流出水の様子

写真 2-5　大学水槽実験でフラッシュ洗浄時に取り出した水槽底部埋設集水管（ポンプ負荷変動により変形している）

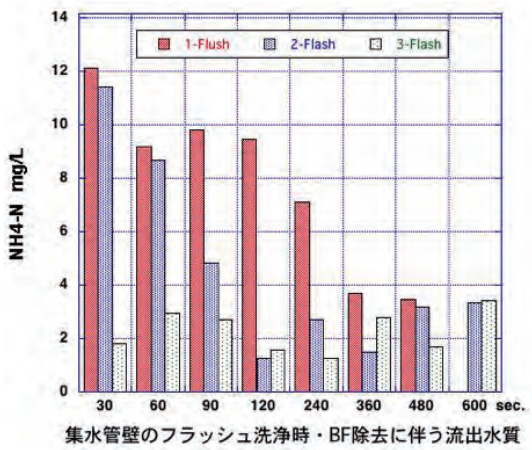


図 2-3-4　大学水槽集水管の配管系統フラッシュ１回目３サイクル洗浄時・剥離生物採取時の水中に含まれたアンモニア性窒素

水槽底面や水路下部には集水管のみで回収出来ない沈殿浮遊物質・懸濁態物質が存在しそれが養殖システムの汚濁負荷源となることも判明している。

管路内沈着物や管壁付着増殖バイオフィルムの回収は、管路内流れにウオーターハンマーとキャビテーションを与える方法で試み複雑に入り組む管路内洗浄を行った。

管路壁面などの付着物清掃は洗浄時に、（約 5Kps）水圧の流れをパルス流で管路に流す通水の繰り返しで進めた。洗浄回数は、繰り返し通水に伴う流出水の変化を見ながら適切に決めたが、１回目の洗浄は７回で、２回目と３回目は各８回のパルス流で通水し、管路内沈着物や管壁付着増殖バイオフィルムの剥離/洗い流し洗浄を行った。

写真 2-5 に１回目７サイクル洗浄時に流出してきた管路内沈着物や剥離してきたバイオフィルムの様子を示す。

大学水槽への注水は 2017 年 11 月下旬、管路由来の汚濁負荷検証実験 2018 年 9 月中旬で、集水間には 10 ヶ月の間に形成された付着微生物が溜まっている。

写真 2-4 から１回目の７サイクル洗浄の４サイクル以降７サイクルまでで、１から３サイクルで目立つ黒い懸濁物が減少しているように見える。しかしこの写真にも見られるよう、管路壁面付着物が写真レベルで残留している段階で十分な洗浄をしたとの判断は出来ない。

複雑な管路を十分洗浄するための十分なフラッシュ洗浄を進める為、さらに１サイクル８回の 5Kps でのフラッシュ流で洗浄を２サイクル繰り返した。洗浄時に流出水を採取しその分析を行った結果を図 2-3-4 と図 2-3-5 に示す。

管路敷設から 10 日ヶ月の間に養殖水路内の流れ特性を変化させる試行を繰り返し行ってきた。一部の試行実験では、集水管上部

構造の（目詰まりなど）の影響評価も行った。試行期間中に行った管路流れの変更や、ポンプ圧力の変動は写真2-5に示す集水パイプの変形を招いたと考えられる。

管路敷設前の設計段階では管路の強度の検討も行い、管路変形は起こらないと予想してきたが、結果は見事に予想を外れた。取水管は写真で確認出来るような大きな変形や潰れが発生していた。

ポンプ操作や管路のバルブ操作を伴う流れの影響を見る試行実験を時には十分な注意を払ってきたが、この変形は実験水槽底部の集水館近傍に見られる目詰まり要因の影響を評価する際の負圧発生に伴うものと（試行実験前後の圧力ゲージから）推定できる。

長期間の養殖水槽底層に沈む懸濁物蓄積や集水管への付着バイオフィルム形成が起こるのは仕方ないと思える。しかしその影響で集水管へ循環水吸引能力の低下が起こり、いわゆる目詰まり状態に遷移していく。このような場合浄水システムへ繋がる管路圧力を上げて、強い力で水を引こうとする操作は、写真2-5のような結果をもたらす。このように管路とポンプ操作の間に起こるリスクも知ることが出来た。

写真2-4からは、管路付着生物膜は真っ黒から（繰り返し洗浄で）次第に明るい色調へ変化していることがわかる。フラッシュ洗浄の繰り返しによって管路からの流出沈着物や管路付着バイオフィルムは少なくっていく。流出物のサンプリング時に得られた水中では図2-3-4に示されるようアンモニア性窒素濃度の低下現象を見ることが出来た。アンモニア性窒素濃度のフラッシュ洗浄に伴う減少傾向は２回目３サイクルまで続いた。その後濃度変動は安定し 1mg/L から 4 mg/L 以下で推移していく。しかしこの値は魚介類の生息条件には厳しいもので、浄化システムへの汚濁負荷は管路内発生の影響も大きい結果が示された。

陸上養殖システムを掛け流し方式で行える場所は少ない。循環方式で魚介類養殖を行うシステム設計に当たっては、管路内も汚濁負荷発生源となっていることを考慮することも大切になる。

図2-3-5に示す亜硝酸と硝酸性窒素はアンモニア性窒素と異なる傾向を示している。２回目洗浄時にも不安定な濃度変動を見られる。亜硝酸と硝酸性窒素はフラッシュ洗浄の継続に伴う安定した水質濃度の出現までの過程で不規則な経過を示した。３回目の洗浄時の１回目-フラッシュ時にも高い濃度の亜硝酸と硝酸性窒素が測定されている。フラッシュ洗浄で管路壁面付着物の除去が進むと、流出水中の濃度は0.2mg/L近傍の濃度域で収束した。フラッシュ洗浄時のDIN濃度領域は１回目洗浄から３回目洗浄の間に不規則な変化を繰り返し、アンモニア性窒素に見られるような一定方向への収束は見られない。

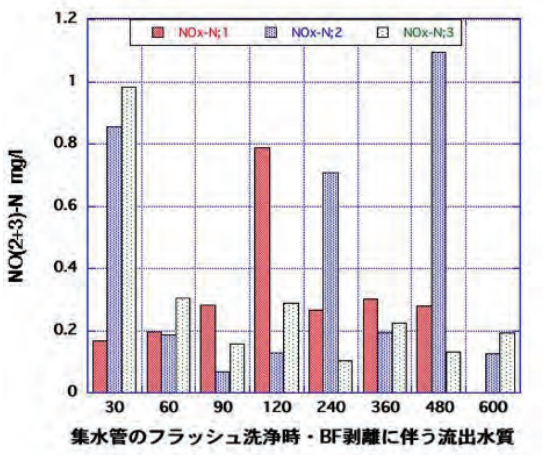


図 2-3-5　１回目・７サイクル、２＆３回目・８サイクルの大学水槽集水管フラッシュに伴う流出水中懸濁物に含まれた亜硝酸性窒素＋硝酸性窒素

管路内に溶存酸素が殆ど無い状態であれば、亜硝酸や硝酸態窒素は作られない。図 2-3-5 の結果はフラッシュ洗浄の繰り返しで管路内が徐々に好気条件となるのに応じて硝化反応が進んだ結果と読み取れる。

管路内付着物が剥がれその箇所に蓄積していたアンモニア性窒素が硝化菌の活性化に伴って亜硝酸性窒素と硝酸性窒素への返還を進める。その反応は剥離現象の不規則さに従いこれが図 2-3-5 のランダム変動を支えたと考えられた。

一方管路内には好気条件を得やすい環境もあり、そこで発達したバイオフィルムがフラッシュ洗浄の剥離に強く、フラッシュ洗浄の繰り返しに抵抗しながら少しずつ剥離が進むことで図 2-3-5 のように不規則な濃度変化の結果となったとも考えられる。２つの可能性への回答を得ることは、限られた実験の中では出来なかった。

しかし、管路内の汚濁負荷発生源とそのメカニズム解明は、養殖システム全体の管理へ繋がる課題を複数（汚濁と水質変換→浄化対策）含む。将来本気で循環型陸上養殖システムを考えていく上で、とても大切な情報を得ることが出来た。

2-4. 庄内実験施設の成長と収率

庄内実験施設実験は養殖ヤマメの成長で複数の産卵予想個体が確認され、急遽実験を終了した。

実験終了間近に撮影した実験水槽とヤマメの様子を写真 2-6 に、実験終了時に漁獲したヤマメを写真 2-7、写真 2-8 にそれぞれ示す。

写真 2-6　庄内実験施設・実験終了間近い水槽と養殖ヤマメの様子

写真 2-7　庄内実験施設で実験終了時に漁獲した養殖ヤマメ

写真 2-8　庄内実験施設：実験終了時ランダムサンプリングで漁獲した養殖ヤマメ

収穫したヤマメの大きさはばらついている。大きな個体は約４５cm、１．２kg だったが小さな個体は通常の養殖池のようにサイズ別分別をしなかった為１５cm 程で体重約５０g となっていた。

図 2-4-1 に示す体長と体重は、漁獲後のヤマメを計測場所へトラック輸送した後の山積みの魚のものである。山積み魚群表面は魚体が滑りやすく、大きな個体は下層へ沈み込む。そのため図中の魚は無作為抽出しているが、抽出個体は山積みの表のサイズの小さな個体となっている。

漁獲時までに使った配合餌料（給餌量）は 206kg であった。

稚魚導入時の総重量 10kg は実験終了時に 140kg へ増加していた。養殖業者は給餌量に対する魚の体重増加割合を「収率」と言い、収率は給餌量の約 1/2 になると言われている。

この基準から見れば、

魚の総重量変化は　10kg⇒140 kg

これに対する給餌量　205kg

から、魚全体の重量が 102.5 kg へ増加を基準にすることができる。

一方ヤマメ全体重量は 140 kg なので庄内実験施設での収率はおよそ　1.36 から 1.37 となった。

これは明らかに通常の養殖例に比べて大きな収率と言える。庄内実験施設では、魚のサイズ分け養殖は行わず、弱肉強食の可能な混合養殖実験系を試行してきた。この養殖では大型ヤマメが小ヤマメを捕食することも視野に入れた試行である。実験期間中には大きなヤマメが小さいヤマメをくわえ泳ぐ姿を何度か見ることも出来た。この弱肉強食系の養殖方法が収率上昇に影響している可能性も高い。小さな個体はなかなか餌を食べる機会に恵まれず、大きな個体は給餌された餌では不足し小さな個体の捕食行動が起こっていたと考えて良いだろう。

河川湖沼や海洋のような自然界は大きな混合生産の場でなっている。産業として総合的に養殖業を考える中では、このような方法も一つの選択肢に挙げても良いように思える。

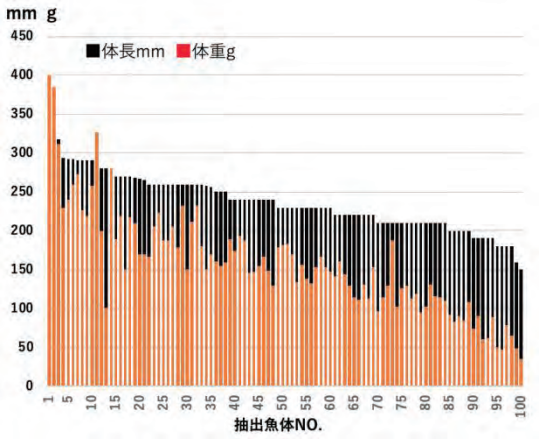


図 2-4-1　　実験終了時約 1000 匹のヤマメ中からの無作為抽出 100 匹の体長と体重　（加茂水産高校科学部の皆さんと顧問の本間伸栄教諭の協力により測定）

2-5. ２節の小括と今後の課題

内水面養殖システムで冬期間の水温低下時の水質浄化能があれば、養殖の魚体サイズを大きくできる。より付加価値の高くなる方向への戦略を考えれば、冬期間の水の浄化対策も大切になる。この課題へは新たな知見を得ることが出来た。

○庄内実験施設で低水温期のヤマメの餌食べの停滞や、行動の鈍りは水温５℃以下に顕著だった

○庄内実験施設はハウスで覆った養殖施設だが上記低水温の続く期間は１月に満たなかった。低水温期を通した成長阻害要因では水質汚濁の進行が大きかった。

○１０℃付近の低水温時に浄化能を発揮できる微生物反応を利用した浄化機能に優れた特性を見出した。

○冬期から春期に発生した尾腐れ病発症期には、低水温、高 BOD ＆高 NOx-N 条件の発生が重なり pH 低下と EC の上昇を伴っていた。しかし、絶食塩浴と一般塩浴、沢山の餌を食べるようになった水温上昇期以降尾腐れ病の回復は顕著となった。

養殖システム全体の浄化を再評価することからは以下の知見を得た。

○浄化は汚濁水を清澄にする要因の速度で決まるのでなく、養殖水槽全体に働く汚濁機能と浄化機能の総合評価から決まる。

○水槽底などの排泄物は汚濁源として働く。排泄物や、残餌など懸濁物質回収は重要で浄化システムでも沈殿槽は養殖水槽全体に大きな役割を果たす。

○管路内に蓄積した内部汚濁も大きい。管路を含む水系全体から内部汚濁発生源対策を考えることが重要となる。

○餌に含まれる栄養分の大半は排泄物経由で水槽内へ回帰する。この影響は養殖システム管理に大きく、積極的な対策が必要と思えた。

養殖方式に関した知見では、

○実養殖実験から、魚の成長は餌料効率と必ずしもリンクせず、水槽内で起こる弱肉強食の（被食―捕食者関係）も大型魚の成長を助けていた。

実験データ以外からのコメントとして、

庄内実験施設と大学水槽実験から以下のような教訓を得ることが出来た。

○循環式養殖システムが十分発達する前の段階では、必ず養殖水槽に何らかのトラブルが起こることが想定できる。

○何らかの事故に対処するためには、十分な水量を持つ水源確保が大切となる。

３．草葉起源の餌料生産へ向けた取り組み

3-1. 養殖業活性化への難題・餌作

日本だけでなく活発化している養殖魚の成長にとって大きな課題は「新たな餌料生産」と言えるだろう。すでに、様々な方式での魚粉餌料代替えの試みが進められている。それらは、大豆搾りかすなどを含む穀類ベース、微生物（植物プランクトン）ベース、昆虫ベースに大別できる（表 3-1 参照）。これまでの配合餌料に使われてきた魚粉に代わる代替え餌料開発動向も合わせこれを表 3-1 に示した。

この表に見られるように、世界的に次世代養殖餌料生産へ向け、様々な取り組みや開発競争が進められている。その中で本研究は草葉をベースにした新しい餌料生産方式を検討している点が特徴となる。

表 3-1　世界で進められている魚粉代替餌料生産に関わる研究開発動向

原料	開発主導国	開発の方向	特徴
微細藻類	ノルウェー	閉鎖反応系での魚類餌料生産	エネルギー原料や高機能食品、医療品原料も睨んだ開発
	オランダ	魚の嗜好性、餌の安全性への調整が可能	
	日本	主に食品添加物	餌料利用には高価
	日本	燃油利用	
昆虫	オランダ 米国	栄養価が高くハエやアブ、コオロギなどを管理型工場で生産	魚介類養殖への利用価格は、魚粉に比べて高くなる
	カナダ フランス	アミノ酸組成に優れ、食品への転換も視野	利用者認知も課題
単細胞タンパク	米国	単細胞生物：バクテリアや酵母を発酵技術で培養し魚介類餌料を生産	大規模培養は困難で、プラント技術や、衛生工学などの専門性が必要。価格は不明。
	デンマーク	魚の嗜好性や餌の安全性確保が可能	

※三井物産戦略研究所レポート引用をベースに加筆修正

3-2. 草葉を起源とする餌作りへの基礎的展望

魚介類の生態ピラミッドは植物プランクトンをベースとして組み上げられている。

その基礎となる１次生産で利用される栄養は陸上と海洋で異なりその最大の違いとなるＫとSiO_2は陸上と海洋生物相手で異なり、魚介類成長で成分の違いが本研究の鍵となるものでは無い。

海洋の植物プランクトンの組成比は一般的にレッドフィールド比　C:N:P で表され、106:10:1 程度となっている。

陸上植物の種類による変化は大きい（と思える）が、組成比には植物プランクトンと大きな差異はない。

一方エサ作りでは、陸上植物の毒性を考える必要がある。この問題への解決策の重要性は研究の進捗に伴い度々浮上している。

草葉起源の餌作りへの方向性を、本研究では陸上処理の餌作りをベースに、湿式処理への基礎的の試行を行った。

草葉起源で餌作りの可能性を探る方向性を示す基礎理解を、図 3-2-1 に示す。この図は、源流域を流れる渓流の上を覆う樹木の落ち葉（夏葉）が渓流に流れ込む時の水環境評価を行ったものである。

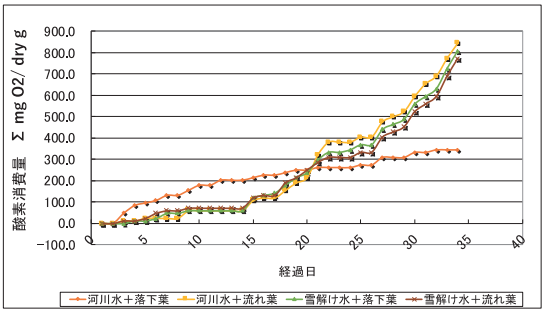


図 3-2-1　山形県小国町の越後荒川支流横川源流域で採取した「落ち葉・流れ葉」による溶存酸素消費の経日変化

図 3-2-1 からは、落ち葉/流れ葉（河川中を漂う葉）には季節による違いはあるが、いずれにも明確な溶存酸素消費増加傾向を認めることが出来る。Y 軸の酸素消費量は１g あたりの葉が好気条件下での分解過程に出現する微生物群の呼吸によって消費される水中溶存酸素を示す。１g の葉の分解に数百 mg 以上の酸素が微生物呼吸で使われていることで、葉含有有機物の分解過程の大きさを知ることが出来る。

もしこれを別の生産に向ける（繋げる）方向転換技術が有れば、葉の基礎生産を、海洋の植物プランクトン生産同様、水界生物生産へ結びつける可能性が考えられる。生態ピラミッドでは、ベースとなる最下層の安定が大切で、そのベースが大きく上の生態系へ伝わる食物連鎖と共に安定していれば、ピラミッド上位の構造は安定する。草葉起源の餌作り戦略は基本的にこのような考えの延長にある。

課題は、生態ピラミッドの安定性をどういった食物連鎖と組み合わせれば良いか、といった探索となる。

研究期間に行った餌料生産への試みは、生

草と発酵状態の草の餌料としての基本特性評価から、実際にミミズ増殖への影響やシジミ餌料への試験給餌などを行い、草葉の餌料利用へのリスクや可能性を検討してきた。

3-3. 牧草利用の餌料生産の基礎的検討

牧草の効果はイタリアンライグラスとシュガーソルガムの２種を育てて検討した。

２種類の牧草との比較の草には、大学近くの土手から刈り取った様々な種類の草からなる「土手草」を用いている。

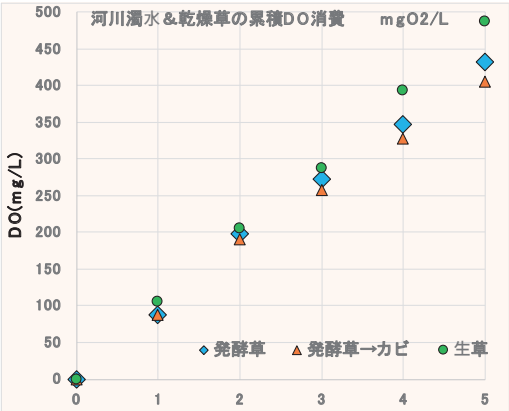


図 3-3-1　採取後の処理状態の異なる土手草の基礎生産量（水中溶存酸素消費量で見た微生物発生量）の評価・乾燥重量１ｇの草あたりの（０日～５日間）Y 軸に対する溶存酸素（DO）消費量変化

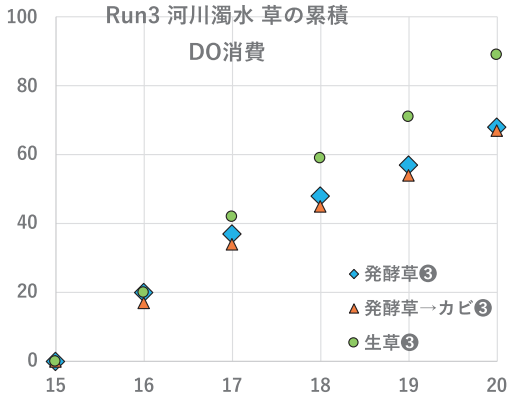


図 3-3-2　採取後の処理状態の異なる土手草の基礎生産量（水中溶存酸素消費量で見た微生物発生量）の評価・乾燥重量１ｇの草あたりの（15 日～20 日間）Y 軸に対する溶存酸素（DO）消費量変化

図 3-3-1 には刈り取り後の処理方式や状態の異なる草１ｇの乾燥重量をカットし水中に懸濁させ、実験開始から１日間隔で測った５日間の溶存酸素消費の変化を示す。図中の溶存酸素消費量は、測定対象の葉が好気微生物分解を受ける過程で起こる微生物呼吸により消費された酸素濃度に相当する。この図に示される時間経過に伴う溶存酸素消費量の増加傾向は実験開始直後に直線的に増加していった。生草では５日間を通し直線的な溶存酸素消費量の増加傾向を示したが、発酵草とカビの着いた草では３日目以降増加傾向は弱くなった。５日目以降も同様の傾向が続いた。

図 3-3-2 には 14 日以降の５日間の溶存酸素消費量経日変化示された。これは図 3-3-1 を引き継ぐような変化を示す実験結果と言える。この実験をまとめると、草が水中で分解する時の微生物呼吸量は実験開始から２週間経過後には実験開始直後に比べ約 1/5 程度に低下する傾向が読み取れた。

牧草は図 3-2-1 の樹木の葉と同様にその分解に微生物の働きが大きく関与している結果である。

草だけを水中に懸濁させて微生物分解を進める図 3-3-1、図 3-3-2 に対し、土壌と草葉が混ざった状態で微生物分解が進む場合の測定例を図 3-3-3、図 3-3-4 に示す。

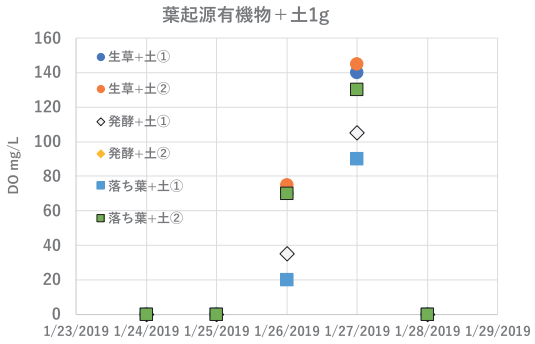


図 3-3-3　処理状態の異なる草葉を畑土壌に混入し・草葉＋土壌の組み合わせ環境で起こる有機物分解に伴う溶存酸素消費量　0 日～5 日間

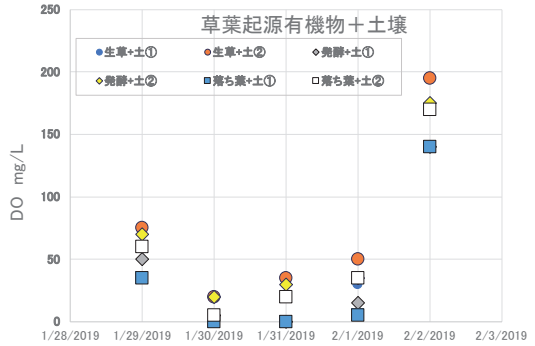


図 3-3-4　処理状態の異なる草葉を畑土壌に混入した時・草葉＋土壌の組み合わせ環境で起こる有機物分解に伴う溶存酸素消費量　5 日～10 日間

土壌と草が混ざった状態で起こる無機化は、草だけが水中で微生物分解する場合とは異なった反応を示した。分解初期に進む有機物分解による酸素消費は活発だった。この状態は実験開始から４日間継続したが５日目には見掛け上は消費された酸素が回復するような反応が見える。減少した酸素が供給されているように見える反応は、反応容器内の酸素減少に伴う負圧の解消で起こる。この測定機器は微生物呼吸で発生する二酸化炭素吸収剤に吸収されて生じる減圧を酸素消費量として計測している。反応容器内で減圧が起こると酸素消費にカウントし、容器内でガス発生が起こり容器内の圧力が上がるとガス供給にカウントされる。草葉を土壌と混入することで起こったこの反応は、脱窒素反応時に生じる窒素ガスによることは同じ試料を使った無機窒素動態実験から確認している。

この結果には、草葉と土壌が混ざった系の微生物反応は、実験開始からしばらくは有機物分解反応＝無機化反応が強いこと、その後（草葉の有機物分解に伴い溶出する）無機態窒素の増加で、土壌中脱窒素細菌の活性が上がり、無機窒素を分解し窒素ガス生産を進める。図 3-3-3 はその過程で発生した窒素ガスが容器内の圧力を高め連続する凸凹フェーズが描かれている。無機窒素の減少が進み無機態窒素現存量が少なくなると再び好気性微生物主体の（草葉）有機物の分解が進み、酸素消費が卓越する図 3-3-3 のフェーズへ変化している。

このように有機物分解と無機態窒素の分解は同じ系内で起こるが、それぞれ主役となる分解者の都合に合った環境下（この例では栄養条件）で反応が卓越し、見掛け上、波のように酸素消費が進行していた。最終的には有機物も無機態窒素も共に分解が進み、土壌-水系の中では微生物分解可能な有機物と無機窒素は減少していく。

土壌と草葉が混ざる混合系の有機物無機化はこのように進む特徴を示していた。土壌と草葉混合系を利用する餌料生産はこの系で行うことが出来ないと云った結論を得た。

3-4. 基礎餌料候補となる生き物への草葉起源餌料の投与実験

実験に用いた草は、風乾状態（生牧草）とさらに発酵処理した２種類で、そのタンパク組成変化を比較した。図 3-4-1 に示すように、発酵によってタンパク含有率の上昇を確認できた。

発酵処理をした草を餌に用いる実験生物には、シジミ、ドジョウなどを対象にした。このうちシジミは一般に馴染みのある汽水生息シジミと、淡水に生息するシジミ２種類を用いている。

実験生物には魚養殖で餌に利用できるモノを選んだ。

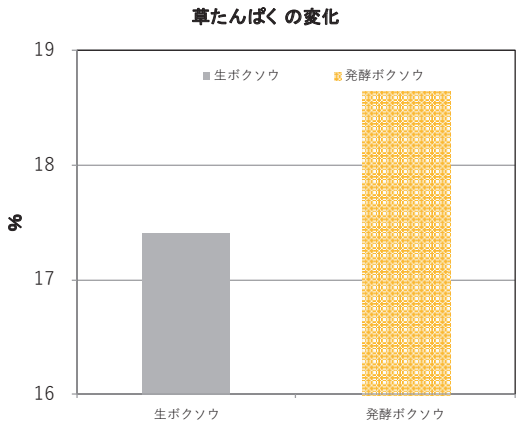


図 3-4-1　草の発酵処理によるタンパク質の変化

実験は大学実験水槽のハウス内で行った。大学実験水槽のハウスは温度変化が大きい。実験に用いた水槽は大型水槽から導水した小容量水槽で、温度変化環境が安定するような工夫を行ったが、一般の実験室条件とは異なり、実験時の温度の安定した環境条件で実験を進めることは出来なかった。

図 3-4-2 に示すシジミ水槽底層沈殿物のタンパク測定は、入念な沈殿物回収サンプリングによって得た沈殿試料中のタンパク含有率を示している。この実験で発酵草は微細な粉末状として投与している。実験水槽にはエアレーションを行い緩やかな水循環を起こした。溶存酸素供給と同時に粉体飼料として投与した発酵草の浮遊効果も考えた。このように実験を安定して進める配慮は行ったが、沈殿物中にはシジミに利用されなかった草起源餌料の粉体と思えるような微細粒子の沈殿物も混入していた。

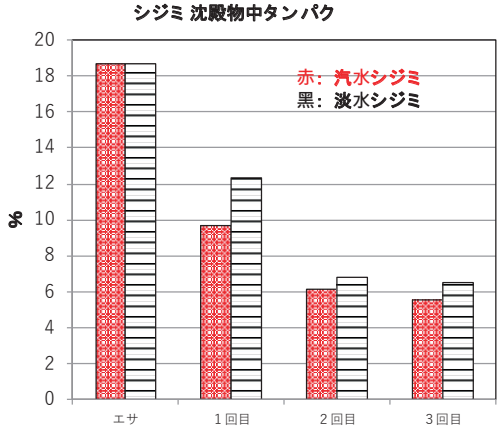


図 3-4-2　シジミへの草起源餌料投与後底層沈殿物中タンパク変化

この状態で進めた実験状況下で、実験回数が増えると、投与した発酵草起源の餌を食べた後の糞と未利用粉体餌料とで構成される沈殿物中のタンパク含有率は下がった。

一方、汽水生息シジミと、淡水生息するシジミの沈殿物中には優位なタンパク含有率の違いが見られた。

沈殿物中のタンパク質含有率減少はシジミに利用される草餌料中タンパクの割合が増えることに繋がる。図 3-4-3 からは、シジ

ミが草起源餌料に次第に慣れていく傾向を見ることが出来る。

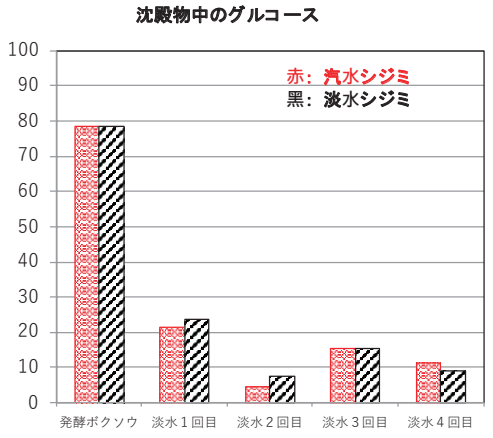


図 3-4-3　シジミ飼育水槽底層沈殿物中のグルコース

図 3-4-3 はシジミ実験水槽中に溶け出したグルコースの変化を示した。実験水槽への餌投入前、初期状態でのグルコースは測定不能領域の低さを示した。グルコースは生物成長に欠かせない成分でその利用率は魚介類成長の収率に関わる。

水中へ溶け出す未利用グルコース濃度の割合は水質汚濁の指標にもなる。草起源餌料の投与を続けると、沈殿物中タンパクは次第に減少しそれに伴いシジミの消化利用率は増加していると推測できる。

グルコース変化は概ねタンパク含有率変化と似た傾向を示している。草起源餌料に含まれるグルコースは、タンパクよりシジミに消化吸収される割合が多く、沈殿物中に残った割合は少ない。水中のグルコースは代表的水質汚濁指標 BOD 主要因にもなっている。

このように餌に含まれるグルコース利用率は成長要因であるのと同時に、水質汚濁指標要因でもある。

シジミ用配合餌料は市販されて無いので、草起源餌料と市販配合餌料のグルコース利用率と水中への回帰傾向の比較はドジョウ飼育実験で行った。結果を図 3-4-4 に示す。餌の投入前に測定した実験水槽中グルコースは検出限界以下となっていた。

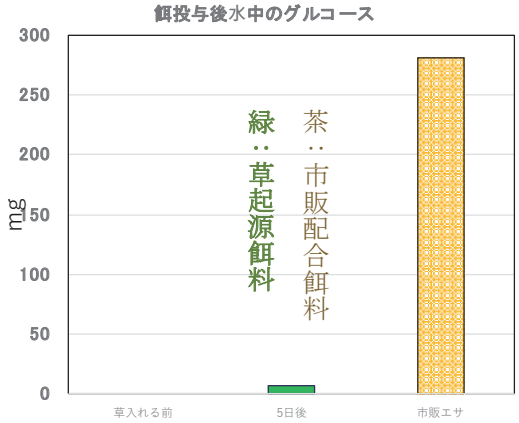


図 3-4-4　ドジョウ飼育水槽中のグルコース市販餌と草起源餌の比較

５日間餌を与えたドジョウ飼育水槽実験から得た結果は以下のようになる。

※草起源の餌を与えた水槽中のグルコース濃度：約 7mg/L 、

※配合餌料を与えた水槽中グルコース濃度：約 281mg/L

このように草起源の餌が配合餌料より２桁低いグルコース濃度レベルを示していた。

草起源の餌は、魚粉を主体とした市販配合餌料と比べ水質汚濁影響が極端に少ない特徴を持っている。

3-5. 3 節の小括と今後の課題

世界人口の増加は環境問題と共に深刻である。人口増加は食料問題や水資源問題と密接に絡み合い、いずれも人類共存に向け差し

迫った課題となっている。

現在中間所得人口の伸びは世界人口増加数を上まわり、将来その傾向はさらに強くなると予想されている。中間所得層以上では食生活でのタンパク消費と高級化が進むとも云われている。

農地面積の限界・乾燥地帯での灌漑に依存した農業と化学肥料（塩化合物）の長期使用による塩害などが相まって１次生産の低下を招いた。根底に淡水資源の限界を考えれば、農地でこれ以上タンパク生産を増やす戦略は難しく思える。さらに従前は食料や餌料で利用されてきたコーンや大豆などが燃油や他の製品へ転換される引き合い量も増えている。

都市化の影響を受けない日本の広範な地域（地方）にも、太陽の恵と降雨バランスは十分良く与えられている。人手に頼らずに育つ野の草や落ち葉などの利用可能な（緑の資源）量は世界の中でも日本は恵まれているように思える。これを原料に餌料生産を進めタンパク生産へ繋ぐことが出来れば、日本の広範囲な地域経済興隆への夢も現実になっていくように思える。

本節では、その端緒となる基礎研究を行った。

本節小括を以下に記す。

○樹木落ち葉も含め、草葉を浸漬させた時に見られる微生物群の呼吸量＝基礎生産量から見ると、草葉を起源とする餌料生産方向性には（大きな括りの中で）その可能性の大きさが示されている。

○草葉から始まる基礎生産量を生かしその上の生態ピラミッドを安定形成させる食物連鎖へ上手に繋げるため、前処理の土壌成分分離は大切になる。

○タンパク含有率を上昇させる技術として発酵技術は有効/大切であった。

○草葉起源餌料の栄養価は市販配合餌料に比べて生物成長を支える栄養価で負けている。一方で、摂餌後の排泄物主体の沈殿成分が水質汚濁の要因になるリスクは桁違いに低い。草葉起源の餌ができれば陸上養殖施設建設時に大きな投資割合を占める水質浄化システムへの負担を軽減できる。

○試験的に作成した草葉起源の餌をシジミ、ドジョウに投与した実験からは、草葉起源の餌に慣れると栄養成分消化吸収も大きくなる傾向を示した。

今後の展開

大型水槽の完成の遅れなどから十分な実験期間を確保することが難しく、当初計画から見ると遅れが目立ち、達成できていない目標もある。その中で得られた有用な研究成果（再現性やその出現条件、微生物特性等）についても更なる検証が必要である。様々な検証を重ね、学術研究としてのレベルを高めた上で、学会等で研究成果を発表することにしている。

現在、研究ブランディング事業関連の研究については、本学の「平成 31 年度共創研究センタープロジェクト事業」の採択に向けて調整中であり、共創研究センターの助成を受け、学内実験施設にて引き続き検証等を行っていく予定である。

第２節　第２研究グループ　「流通とマーケティングの確立」

石巻専修大学経営学部
庄子 真岐（研究代表者）、益満 環、工藤 周平

Ⅰ．事業の背景と取り組み状況

世界的に魚食需要が高まり[i]を見せるなかで、内水面（陸上）養殖魚介類[ii]の生産技術の向上および確立は喫緊の課題である。一方、日本においては、生産技術の確立と同時に解決すべき課題として、事業性の確立が挙げられている。本事業は、内水面（陸上）養殖魚介類における事業性の確立を模索するための研究プロジェクトである。生産技術を構築する過程において最適なビジネスモデルを提示し、生産技術の工程に新たな視点を盛り込むことが本プロジェクトの目標である。

本研究グループの研究活動は、第１研究グループによって検討される草葉起源による内水面養殖技術の事業化、産業化の最適なビジネスモデル確立に向けた提案を行うことを目的とした。平成２８年度は、内水面（陸上）養殖魚介類における市場性確立のための要件を先行研究ならびに調査報告書等の文献調査および事業を手掛けたことがある関係者によるインタビュー調査により精査した。平成 29 年度は、平成 28 年度に精査された市場性確立のための要件を分析視点として、内水面（陸上）養殖魚事業を展開する企業の事例研究を実施した。平成 30 年度は、最終的な提案に向け、内水面（陸上）養殖事業の市場性確立のための事業者（供給）サイドからの検討と同時に消費者（需要）サイドからの検討を実施した。事業者サイドからの検討からは、平成 29 年度に実施した事例研究の結果に基づき、日本における内水面（陸上）養殖事業の課題を示すとともに、ビジネスモデルを提示した。消費者（需要）サイドからの検討では、事業者が PR するポイントがどのように消費者に受け入れられているのかを明らかにするため、また、養殖魚介類に関する購買意識や購買価格に関する意識構造を把握するため消費者アンケートを実施したのでその結果を以下の章で報告する。

Ⅱ．研究成果報告

本研究グループで検討した結果を需要供給それぞれのサイドから分けて報告し、最後に両サイドからの検討を合わせて考察していく。

2.1　事業者（供給）サイドからの検討

2.1.1 事業の確立およびブランド化に向けた課題と論点

先行研究・調査および専門雑誌、新聞記事[iii]から内水面（陸上）養殖事業の確立およびブランド化に向けた課題および論点として以下８点が精査された。

養殖システムのコストダウン

まずは、養殖魚介類の事業を確立するためには、生産費用を抑えることが指摘されている。内水面養殖にしろ、閉鎖式循環式陸上養殖にしろ、初期投資が大きい上に維持管理の負担も大きい。養殖システム全体のコストダ

ウンを実現できなければ、事業性を確立することは不可能である。

２）安全安心な稚魚・稚貝の安定確保

初期投資および維持管理コストの高い事業を安定化させるためには、ある一定の生産量を確保していく必要がある。とくに付加価値の高いアワビやウナギの養殖において、生産量を一定量以上とする際に大きな影響を及ぼすのが、稚魚・稚貝（種苗）の確保である。魚種にもよるが、種苗の安定的な供給をしてくれる事業所が少ないため、不確実性の要因となっている。現在は、自社生産したほうが、コストも抑えられ生産量のコントロールも安定すると考えられている。

３）養殖技術の向上（養殖効率、水質維持、安価な餌）

餌料の工夫、海水・温水などの利用による養殖期間の短縮化、水質維持のための餌料の開発や鮮度管理などが挙げられる。

４）他事業との複合化、６次産業化、地域振興

販売にあたっては、流通チャネルを構築しておくことが必要となる。天然魚信仰の強い[iv]日本においては、とくに注意を払うべき点である。

５）国・自治体、教育機関、漁協の技術的支援

養殖技術の確立・向上は、未だ途上にあり、事業者単独で実施していくことは難しい。よって、公的機関等の技術的支援が必要となってくる。

６）国・自治体、教育機関、漁協の財政支援

内水面（陸上）養殖事業のイニシャルコスト、ランニングコストは魚種によって異なるが、一般的に高く[v]、事業者単独では、その負担が大きい。スタートアップ時の財政的支援が必要となってくる。

７）マーケティング（機能的価値）

養殖魚介類の付加価値として消費者に訴求されているひとつが機能的価値である。機能的価値の特徴は、定量的であり、測定可能なことである。食感や味のみならず、ヘルシーであることや安全安心であることなどがPRされている。

８）マーケティング（意味的価値）

養殖魚介類の付加価値として消費者に訴求されているひとつが意味的価値である。意味的価値[vi]とは、消費者が製品（商品）に対する思い入れなど意味づけすることによって生じる価値のことをいう。見出される価値は消費者によって異なる主観的なものであり、客観的な評価が可能な機能的価値とは対照的である。とはいえ、機能的な価値とのつながりから意味を成す場合もあり、完全に切り離して考えるものではない。養殖魚介類においては、産地名やイメージの向上・創造を図ったネーミングなどがこれにあたると考えられる。事業者側から消費者へ訴求されているものが、どのように評価されているかは、検討の余地が残る。

2.1.2 事例調査

対象は、専門雑誌や新聞記事などで取り上げられている事業者 23 社（具体的な社名は非公表）である。前節で精査された課題および論点と調査を通じて得られた新たな課題

を分析の視点として、事例研究を行った。文献調査およびインタビュー調査を調査手法とした。

１）養殖システムのコストダウン

・井戸海水（砂層でろ過された病原体のない清浄な海水）を使用することで寄生虫の心配がなく、病気を抑えるための抗生物質を使う必要もなくなり、コストダウンに成功している。

・薬剤を使わない独自の閉鎖循環ろ過養殖システムを構築。安全安心計画的な生産が可能となり、価格、品質、供給数の安定化に寄与している。

・県内一貫生産により生産コストを抑制している。また、加工工程の自動化、検査工程にＸ線探知機、自動餌やり機を用いることによる省力化により採算性向上を図っている。

・循環ろ過式養殖システム、海水をろ過して再利用することでコスト抑制につなげている。

・休眠資産を活用することでコストを削減している。また、出荷までの期間が海上養殖よりも約半年短いことで事業性を高めている。

使用する「水」の再利用、循環システムの構築から薬剤を使用しないことによるコスト削減や生産工程の工夫などが実施されていた。

２）安全安心な稚魚・稚貝の安定確保

回答を得た 19 社のうち、自社生産をしているのが７社、外部調達しているのが 15 社であった。（うち、３社は自社生産も外部調達もしていた。）外部調達をしているうちの５社は、将来的には自社生産に切り替えたいとの意向を持っていた。

３）養殖技術の向上（養殖効率、水質維持、安価な餌）

・餌にカイコの幼虫の活用を検討している。（ウナギ）

・魚粉を使った配合飼料を使用することで３か月程度での出荷を可能にした。（エビ）

・ミネラル豊富な海洋深層水を使用することで出荷期間を半減（6 か月）させることに成功した。（カキ）

・温度が一定の地下海水を利用することにより温度管理コストが安価になり、かつ安定供給が可能となった。（クエ）

・ノルウェー技術（水質センサー、ろ過や炭酸ガス除去装置）を活用している。（サーモン）

・水質浄化の手段として、水耕栽培を組み合わせた「アクアポニックス」の試験を開始した。（チョウザメ）

養殖技術の向上については、先行研究などで精査された点を中心に様々な取り組みが実施されていることを確認できた。

４）他事業との複合化、６次産業化、地域振興

・自社でうなぎ店も運営予定である。

・直営店でメニューの提供を開始している。

・直営店に出荷、加工品販売も検討中である。（ヒラメ）

・観光客向けの加工品開発を進める。（フグ）

・交通事業者と地域活性化連携協定を結び、加工品に使用する農産物も生産し６次産業

化を目指す。（マス）

直営店でのメニュー展開や加工品（地域産品）の開発などによって、流通チャネルを構築している事例がみられる。また、学校給食などを手がける事業所との共同事業として取り組む事例もある[vii]。学校給食用や病院、ホテルなどに提供することを計画しており、販路の確保とともに、域内経済循環を高める取り組みとしても評価される。

５）国・自治体、教育機関、漁協の技術的支援

・大学（水温・水質、微生物の調査、ナマコとの混合養殖の検討）との共同調査、自治体から井戸水と土地の確保の協力を得ている。（サーモン）
・県の栽培漁業センターと共同事業を実施している。（ハギ）
・産学官連携により「陸上養殖実証設備」を完成させた。（サクラマス）
・町商工会が連携しメニュー開発を実施している。（フグ）
・市内２つの漁協と連携し、技術的支援を受けている。（サクラマス）

６）国・自治体、教育機関、漁協の財政的支援

・株式会社広島銀行、広島信用金庫、株式会社みずほ銀行、株式会社農林漁業成長産業化支援機構、および株式会社広島ベンチャーキャピタル（以下「広島 VC」という）が出資し、２０１４年１月に設立した「ひろしま農林漁業成長支援ファンドから出資を受けている。
・親会社や金融公庫から借り入れしている。
・国際協力銀行、民間銀行からの借り入れを行っている。
・日本政策金融公庫から借り入れしている。
・農林漁業成長産業化支援ファンドと漁協から出資を受けている。
・クラウドファンディングを利用し、約５千万円を投じて水槽を設置した[viii]。

公的な機関からの財政的支援を受けている事業所は多くはなかった。親会社、民間金融機関からの借り入れが多いようである。また、クラウドファンディングによって資金調達をしている事業者も確認できた。

７）マーケティング（機能的価値）

具体的には、寄生虫がつかない、ウイルスフリーである、トレーサビリティが確立しており安全・安心である、生食（刺身で食べられる）できる、食感や味が良い、臭みがない、安価であるといったことが訴求ポイントになっていた。養殖魚介類同士というよりも天然魚介類との差別化を図るポイントとしているようである。

８）マーケティング（意味的価値）

産地や製造過程の工夫などを示すネーミングを付け、他との差別化を図る取り組みが見受けられる。また、山で海の幸が食べられるといった意外性[ix]をストーリーとして打ち出す商品も確認できた。意味的な価値は、消費者が創造しているものであるため、消費者側からの調査が必要である。

９）厳しい資金繰りと経営に対する不安

６で公的な機関からの財政的支援について確認したが、その際に問題としてクローズアップされたのが、資金繰りであった。この

点については、課題を抱えている事業者が多く、養殖事業を軌道にのせることの難しさが伺えた。以下、詳細をみていきたい。

・エサ代を中心に運転資金需要が高く、金融借り入れより手元資金を充当している。
・債務超過（売上拡大、収益強化が課題）に陥っている。
・消費者の嗜好の変化など先行きの読めない不透明さが売上高の未達につながっている。
・フグの養殖を行うために設立したが、困難続きでヒラメの養殖へ、その後真鯛、クエも加わるが売上不足が否めない。
・８期連続赤字、累積赤字が拡大している。
・水揚げ量が想定よりも下回ると経費負担増を吸収できず、最終損益が赤字となる。
・風評被害（小売店での養魚売り上げ伸び悩み）がある。
・養殖エビは十分な供給体制になく（現在、水槽で３０トン）、当面は現状維持である。
・高い金融依存からの財務改善が急務である。
・プラント増設計画を中止した。株主出資により資金繰りを維持、自社独自で投資資金の調達は厳しい状況である。
・稼働当初の損失負担が重いが増資分で債務超過を回避（同社借入金を証券化して資本金増資分に充てる）している。
・エビ養殖事業への先行的な投資負担から減益、数百万円程の赤字決算を強いられた。
・収益安定化にはしばらく時間が必要である。
・需要と販売の動向に関しても予測は難しく、今後の営業面に託される部分が多い。
・設立より日が浅く、収益面は苦戦。養殖場の不動産や設備の減価償却などで設立より２期連続赤字となっている。
・直営レストランに供給するものの、卸・小売の販路はまだ構築できていない。
・設備や運転資金は代表者の個人資金で対応する状況が続いている。
・生態系を守りながら池の環境に寄り添った養殖スタイルのため、大量生産が難しい。
・近年の業績は低下傾向であり、営業損益で赤字が続く。

本来ならば、事業性を評価した上で最適なビジネスモデルを提案したかったのだが、資金調達、資金繰りに課題を抱えている事業者が多く、事業性を評価できる段階ではないことが分かった。

10）内水面（陸上）養殖事業者の事業パターン

そこで、事業を確立するうえで重要な要素となる資金調達、資金繰りのタイプから内水面（陸上）養殖事業者を４パターンに整理した。

（図 2-1）

①川上からの参入

陸上養殖事業に必要な装置メーカーが参入するケースである。自社の経営資源を活用できるメリットがある。

②川下からの参入

具体的には、水産加工業や飲食店などからの参入である。販路が確保されている点が大きなメリットである。水産加工業であれば、需要も安定しており、生産規模が大きい傾向にある。一方、飲食店では、地消地産として事業を位置付けているケースが見られる。飲

食店としての価値向上が目的のであるため、生産規模は小さい。

③異業種からの参入

住宅事業や交通事業を主とする事業者が新規事業としての立ち上げているパターンである。多角化戦略のひとつと見なせる。

④事業立ち上げ

内水面（陸上）養殖を主として事業を立ち上げているパターンである。このパターンに分類される事業者の事業展開について詳述する。

A 社は、温泉水と温泉熱を活用してトラフグ養殖に成功し、年間約 20 トンを生産、販売している。フランチャイズ展開をしており、13か所と契約している。フランチャイズ契約料は、設備投資含め 1,500 万～2,500 万となっている。また、年間コンサルタント料約 80 万円により収益を確保している（売上の約４割）。販売は、原則会員制をとっており、会員数は、約 150 店舗である。

B 社は、バナメイエビの養殖技術を確立し、年間約 20 トンを生産、販売している。この他、養殖増産に関わるコンサルタント事業を展開しており、収益への貢献は、バナメイエビの生産・販売事業とコンサルタント事業と半々となっている。コンサルタントの対象は、国内ではなく海外の途上国が中心となっている。モンゴルではコンサルタント事業に加えて、プラント販売も行った。

以上、２つの事業者の取り組みを紹介した。いずれも養殖事業以外に養殖事業をノウハウとしたコンサルタント事業を展開することで収益の確保を図っていることが確認された。

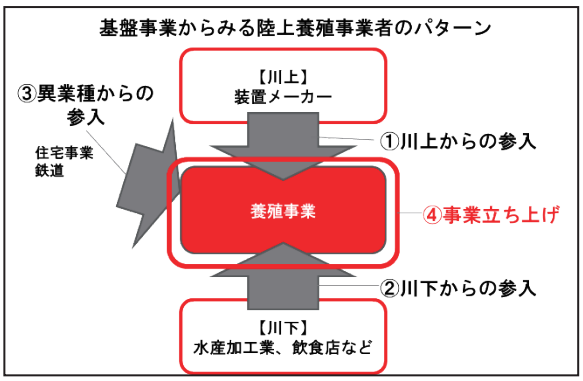


図 2-1　基盤事業からみる内水面（陸上）養殖事業者のパターン

出所：筆者作成

2.2 消費者サイドからの検討

事業者側の提供する付加価値と情報に対して消費者がどの程度価値を評価しているかを明らかにするため、アンケート調査を実施した。

2.2.1 調査概要

調査概要は、以下の通りである。

調査方法：ウェブアンケート調査

調査期間：2018 年 10 月 16 日～10 月 18 日

調査対象：首都圏（東京、埼玉、千葉、神奈川）に住む消費者 595 名[x]

2.2.2 調査項目

問は、大きく５問である。

Q1. あなたは普段、どれくらいの頻度でご自宅で魚料理を食べますか。

Q2 あなたは、魚を調理することができますか？

最もあてはまるものをお選びください。

※調理する魚の種類は問いません、魚全般の調理として近いものをお選びください。

Q3. あなたがよく購入する魚介類を最大 3 つまでお答えください。

Q4. 魚の購入に関して、あなたのお考えに最も近いものをお選びください。（５段階）

Q5. あなたが養殖魚を購入するとした場合、以下の内容について、どの程度重要であると思いますか。あなたのお気持ちに最も近いものをお選びください。(30 項目、７段階)

Q1 は魚食頻度を Q2 は魚調理の保有技術をみたものである。Q3 は、どんな魚を好むかの魚種志向を尋ねている。Q4 は、養殖魚の受容度を調査するための設問となっている。ここまでがいわば、個人の魚に対する趣味趣向を尋ねたものとなっている。Q5 が、事業者側の提供する付加価値と情報に対する評価である。具体的な項目は、機能的価値として「商品の価値・機能」に関する事項、意味的価値として「話題性」に関する事項、「トレーサビリティ」に関する事項で構成した。３０項目を以下に示す。

- 価格が安い(商品価値、機能)
- 天然魚よりも美味しい
- 臭くない
- 鮮度が良い
- 生（解凍品ではない）
- 大きさや数量（大きい、多い）
- ウイルスや虫がついていない
- 入手しやすい
- 生で食べることができる
- 栄養価が高い
- 添加物が少ない
- 保存がしやすい
- 調理がしやすい（話題性：意味的価値）
- 産地が分かるネーミングが付いている（例：妙高ゆきエビなど）
- 特殊な飼料や養殖法などが分かるネーミングが付いている（例：みかん鯛、温泉トラフグなど）
- テレビや雑誌などで紹介されている
- SNS や口コミによる評価が高い
- 購入することで社会貢献（例：被災地支援）などにつながる（トレーサビリティ）
- 消費期限が明記されている
- 養殖場の所在地（どこであるか）
- 養殖場の所在地が明記されている
- 加工地（どこであるか）
- 加工地が明記されている
- 養殖方法が明記されている
- 養殖方法の内容
- 飼料が明記されている
- 飼料の内容
- 生産者情報が明記されている
- アレルギー情報が明記されている
- 放射性物質検査結果が添付されている

2.2.3 調査結果

2.2.3.1 調査対象者の属性

性別	N	(%)
男性	180	30.3
女性	415	69.7
年齢		
20代	113	19.0
30代	122	20.5
40代	119	20.0
50代	122	20.5
60代以上	119	20.0

世帯年収	N	(%)
400万未満	96	16.1
400～800万未満	146	24.5
800～1200万未満	211	35.5
1200万以上	142	23.9

表 2-1　調査対象者の内訳

出所：筆者作成

事前調査にて、自宅で食材を購入し、料理をする人に限定したため、女性（７割）が多くなった。

2.2.3.2 単純集計結果

[Q1]あなたは普段、どれくらいの頻度でご自宅で魚料理を食べますか。(n=595)

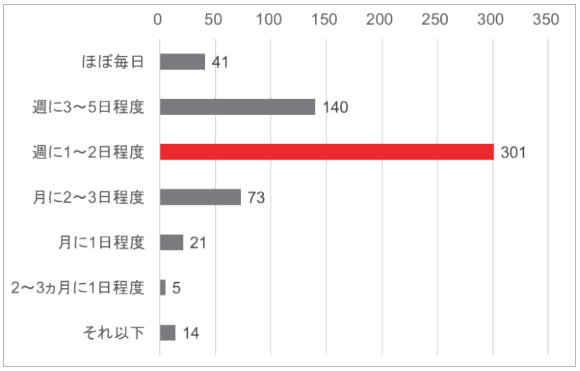


図 2-2　魚料理を食べる頻度

出所：筆者作成

週に１～２日程度の解答が過半を占めた。次に週に３～５日程度との回答が多かった。

[Q2]あなたは、魚を調理することができますか？最もあてはまるものをお選びください。※調理する魚の種類は問いません、魚全般の調理として近いものをお選びください。(n=595)

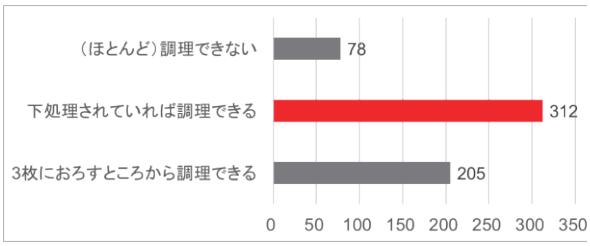


図 2-3　魚調理の保有技術

出所：筆者作成

事前調査にて、自宅で食材を購入し、料理をする人に限定したため、調理できない人は、13%程度であった。

[Q3]あなたがよく購入する魚介類を最大３つまでお答えください。　(n=595)

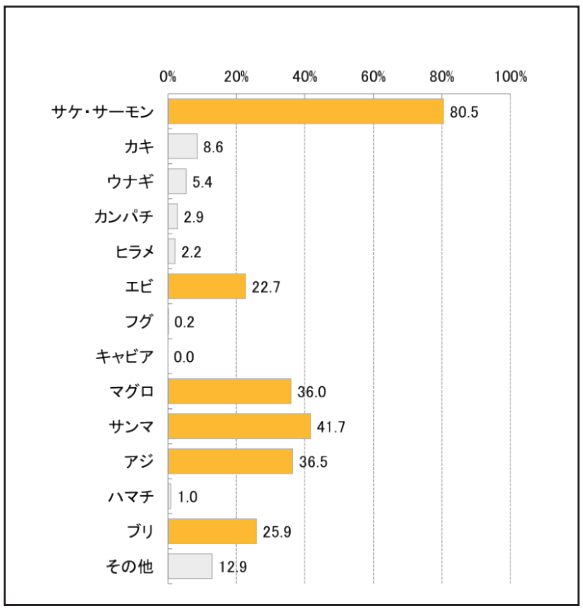


図 2-4　よく購入する魚介類

出所：筆者作成

よく購入されている魚介類は、サケ・サーモン、サンマ、アジという順になった。

[Q4]魚の購入に関して、あなたのお考えに最も近いものをお選びください。　(n=595)

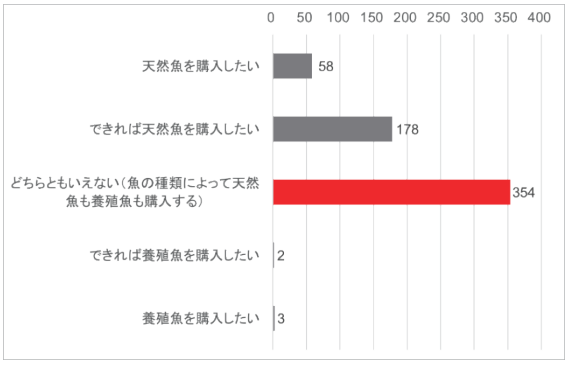


図 2-5　養殖魚受容度

出所：筆者作成

「天然魚をよし」と考えている人が約４割であり、約６割の人は、養殖魚も購入する意思を持っていることが確認された。

[Q5]あなたが養殖魚を購入するとした場合、以下の内容について、どの程度重要であると思いますか。あなたのお気持ちに最も近いものをお選びください。(n=595)

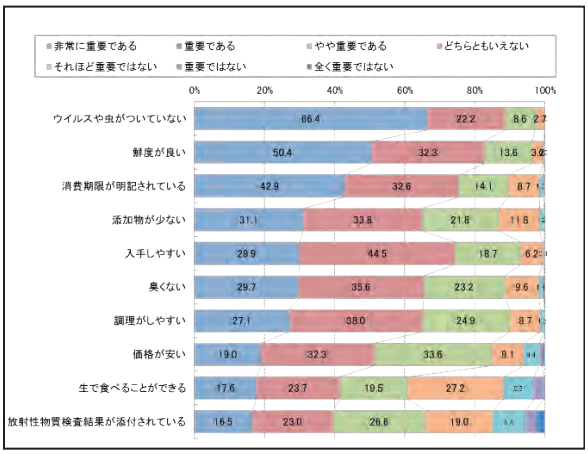


図 2-6　養殖魚購入の際の重視ポイント

出所：筆者作成

30 項目のうち、重要度が高い 10 項目を取り上げた。最も重視しているのは、「ウイルスや虫がついていないこと」であり、「鮮度が良いこと」「消費期限が明記されていること」「添加物が少ないこと」「入手しやすいこと」がこれに続いた。

2.2.3.3 クロス集計結果

クロス集計は、性別、年代別、世帯年収別と Q1～Q4 の質問項目について実施した。紙面の都合上、全体との差の検定を行い１％の有意水準で差が認められたものについて紹介する。ちなみに、年代による有意差は認められなかった。

2.2.3.3.1　男女差

- 天然魚を購入したい（男性(16.1%)＞女性(7.0%)）
- 鮮度の良さ（非常に重要である：女性（55.9%）＞男性（37.8 %））
- ウイルスや虫がついていない（非常に重要である：女性(70.6%)＞男性(56.7%)）
- 消費期限の明記（非常に重要である：女性（48.2%）＞男性（30.6%））
- 入手のしやすさ（非常に重要である：女性（34.9%）＞男性（18.3%））

女性より男性のほうが、天然魚信仰が強いと解釈できる。また、ウイルスフリー、鮮度の良さ、消費期限が明記されていること、入手のしやすさについては、男性より女性のほうが、重視している傾向が伺えた。

2.2.3.3.2　世帯年収差

- 魚料理を食べる頻度：週に 3～5 日程度（800～1200 万未満（31.3%））
- よく購入する魚介類（1200 万以上：「カキ」(15.5%)）
- 魚の購入に関する考え（1200 万以上：できれば天然魚を購入したい(39.4%)）
- 価格の安さ（400 万未満：非常に重要(31.4%)　400～800 万未満：重要(42.5%)）
- 添加物が少ない　（1200 万以上：非常に重要(43.7%)　800～1200 万未満：重要(45.5%) 400 万未満:どちらともいえない(21.9%)）
- 産地が分かるネーミングが付いている（1200 万以上：非常に重要(21.8%)）
- 特殊な飼料や養殖法などが分かるネーミングが付いている（1200 万以上：非常に重要（12.7%））
- 養殖場の所在地の明記（1200 万以上：非常に重要(21.1%)）
- 加工地(1200 万以上:非常に重要(19.0%))
- 加工地の明記（1200 万以上：非常に重要(22.5%)　400 万未満:どちらともいえない(32.3%)）

・養殖方法の明記（1200 万以上：非常に重要(15.5%)）
・養殖方法の内容（1200 万以上：非常に重要(14.8%)）
・飼料の明記（1200 万以上：非常に重要(16.9%)）
・飼料の内容（1200 万以上：非常に重要(14.8%)）
・生産者情報の明記（1200 万以上：非常に重要(14.8%)）
・放射性物質検査結果の添付（1200 万以上：非常に重要(25.4%)）

魚料理を食べる頻度は、800 万から 1200 万の層で最も高い結果となった。好まれる魚種は世帯年収によって大きな違いは認められなかった。

世帯年収で顕著な違いが出たのが、天然魚信仰である。世帯年収の高い層で天然魚信仰は強い傾向が伺えた。

「添加物の少なさ」は全体としても重視される項目であるが、とくに世帯年収の高い層でその指摘が強い。また、世帯年収の高い層では、他の世帯と比較し、トレーサビリティに関する情報について全般的に重視する回答が多かった。

2.3 まとめ

以上、内水面（陸上）養殖事業の最適なビジネスモデル確立に向けた提案を行うべく、事業者、消費者の両サイドから検討してきた。最後に、議論を振り返りながら、ビジネスモデルの確立に向けて必要な視点を提案したい。

事業者サイドの検討では、先行研究および調査から整理された９の視点から事業分析を行い、事業を確立する上で重要となる資金調達、資金繰りのタイプから事業者を４パターンに整理した。議論をまとめると、以下になる。内水面（陸上）養殖の事業化において大きな課題となるのが、資金調達、資金繰りである。現状、事業を維持していくためには、基盤事業が必要であり、経営資源を活用できる垂直的展開が効率的であると考えられた。また、水面（陸上）養殖事業から始める場合には、そのノウハウをコンサルタント事業としても活用し、資金面での貢献が必要となってくるだろう。その他、クラウドファンディングを活用した資金調達を試み、設備投資を果たしている事業者も確認された。資金調達の新たな方法として検討すべきである。クラウドファンディングによる資金調達には、事業実施を通じた社会貢献を訴求していく必要がある。内水面（陸上）養殖事業が社会課題や地域課題を解決しうる手段であることを PR していくことが望まれる。

消費者サイドの検討では、一般消費者を対象とし、魚食頻度、魚調理の保有技術、魚種志向、養殖魚の受容度と養殖魚の評価についてアンケート調査を実施し、養殖事業確立に向けたヒントを模索した。天然魚信仰はあるものの、魚種によっては、養殖魚も購入する消費者は６割もいる。内水面（陸上）養殖の強みであるウイルスフリーであることは、消費者も重要視している点であることから、これらの点を販売の際には、丁寧に訴求されたい。

一方、事業者サイドの検討からは、資金調達の課題が大きく、スケールメリットを活かした事業規模の投資をすることは難しいことが確認された。事業を確立するためには、付加価値の高い魚種の選定が求められる。しかしながら、そのターゲットとなる世帯年収の高い層の天然魚信仰は全体に比し強い傾向があるため販売戦略を丁寧に練り上げる必要があるだろう。今回のアンケート調査からは、世帯年収の高い層では、トレーサビリティに関する情報を重視する傾向がうかがえた。高付加価値の商品を提供するためには、トレーサビリティの情報を丁寧に提供すると同時に養殖魚だからこそ提供できる価値をきちんと発信していくことが必要だろう。

今後、事業化を進めるにあたっては、上記で得られた知見の他、価格に影響を及ぼす要因を詳細に検証していくことが望まれる。まずは、本アンケート調査結果の更なる検証を進め、学術的な成果としてもまとめていく予定である。

ⅰ 世界の 1 人当たりの食用魚介類の消費量は過去半世紀で約 2 倍に増加。一方、1 人当たりの魚介類消費量の増加と並行し、世界の人口も増え続けている。この結果、世界全体での魚介類消費量は、過去半世紀の間に約 5 倍となっている。(引用：平成 28 年版「水産白書」)

ⅱ 本事業の目的は、第 1 研究グループで得られた技術的研究成果を「産業創出へとつなげるためには何が必要であるか」までを問うものである。被災地における耕作放棄地などを活用することを念頭にしているが、本事業の成果を他地域へ応用するならば、「地域で養殖魚介類を作り出し産業化するモデルを提案すること」が必要であると考えた。したがって、ビジネスモデルの確立に向けた提案を行う場合には、内水面を活用したもののみならず、理論上場所を選ばない陸上養殖（閉鎖循環式）も対象とした。

ⅲ 「陸上養殖　事業化・流通に向けた　販売戦略・管理技術・飼育実例」株式会社情報機構，2013
- 松隈久昭（2014），「水産物のブランド化と漁業者の意識構造 ： 西日本の漁協を対象として」，大分大学経済論集，大分大学経済学会，66(4)，pp. 31-54
- 山本 竜太郎 ，林 浩志 ，岡野 利之他（2009），「水産物産地流通における情報技術の活用の可能性に関する一考察」，調査研究論文集，漁港漁場漁村技術研究所，(21)，pp. 39-48
- 上田 賢一 ，佐藤 好他（2010），「伊達いわな(全雌三倍体イワナ)の商品化に向けた取り組みについて」，宮城県水産研究報告（14），pp. 69-72
- 第 51 回[地域漁業学会]シンポジウム特集(2010) シンポジウム「水産物の地域ブランド化の取り組みの効果と課題」，地域漁業研究，地域漁業学会，50(3)，pp. 1-65

ⅳ 本研究グループ実施のアンケート調査結果参照のこと。

ⅴ 平成 25 年 5 月水産庁増殖推進部「陸上養殖の推進に際しての今後の方向性（論点整理）」http://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/yousyoku/arikata/pdf/4-3-2docu.pdf　(2019.1.23 確認)

ⅵ 延岡健太郎（2006）「意味的価値の創造 ： コモディティ化を回避するものづくり」国民経済雑誌 194(6)，pp. 1-14

ⅶ 出所：「日本経済新聞」湯梨浜振興が「ウマヅラハギ」陸上養殖、めざすは完全養殖（2016 年 5 月 7 日）

ⅷ 出所：「日本経済新聞」庭やビルでもウナギが育つ　陸上養殖が変える漁業　地域から挑む「食」の成長

ⅸ 陸上養殖であれば、意外ではない。しかし、消費者は、魚介類は海のもの（天然信仰）というイメージを強く持っている。そのため、意外性を帯びることになるのだろう。まさに、消費者が意外性という価値を創り出していると解釈できる。

ⅹ 事前調査にて、自宅で食材を購入し、料理をする人に限定した。

第３節　第３研究グループ　「研修システムの確立」

石巻専修大学人間学部
柳 明（研究代表者）、惠原 貴志、指方 研二、佐藤 利明、照井 孫久、山崎 省一

Ⅰ．事業の背景と取り組み状況

本ブランディング事業（第 1 グループ）では「草葉起源による内水面養殖業の創出」を目指して、震災未利用地等において栽培した植物（草葉）を起源とした餌料生産によって魚類を内水面（飼育水槽）で養殖するシステムを開発するために研究している。

「草葉起源による内水面養殖業の創出」ができれば、起業化や新規就業を考える可能性や、技術習得のための研修が必要になる可能性が考えられる。しかし、現時点では草葉起源による内水面養殖業の創出は完成しておらず、この段階で起業化や新規就業を考えることや技術習得のための研修に関して具体的な検討を進めることは難しい。内水面養殖での起業や新規就業、さらに技術習得のための研修を行う前に、これらに役立つ資料を収集しておくことは、将来における内水面養殖での起業や新規就業、さらに技術習得のための研修を円滑に進めるために重要である。そこで、第 3 研究グループでは、内水面漁業・養殖業の現状を把握するための資料、内水面漁業・養殖業の成功例に関する資料などを収集することを目的の一つとした。また、内水面漁業・養殖業の現状との関連で、内水面養殖業に対する高校生の意識を調べるためのアンケート調査も行った。

内水面漁業には、様々な水産物の供給だけでなく、体験活動などの学習の場を提供するなどの多面的な機能がある。したがって、草葉起源による内水面養殖業の創出に成功すれば、その内水面養殖業を自然環境教育に活用できると考えられる。内水面養殖業を自然環境教育に活用する前に、これに役立つ資料を収集しておくことにより、草葉起源による内水面養殖業の自然環境教育での活用が円滑に進むと考えられる。そこで、第 3 グループでは、内水面養殖業の自然環境教育での活用のために必要となる資料を収集することをもう一つの目的とした。ここでは、環境教育および体験活動の重要性に関わる資料、自然環境教育の一般的事例に関する資料、内水面漁業・養殖業が関わる自然環境教育の事例に関する資料などの収集を行った。

Ⅱ．研究成果報告

1．内水面漁業・養殖業での起業や新規就業に関わる資料

①内水面漁業・養殖業の現状

1）内水面養殖関連施設の視察

内水面漁業・養殖業での起業や新規就業を考えるためには、まず内水面漁業・養殖業の現状を知る必要がある。内水面養殖業の現状を把握するとともに、内水面養殖業での起業や新規就業に関わる情報を収集するために、内水面養殖施設等、たとえばイ

トウ養殖の現場（青森県鰺ヶ沢町農林水産課）とオニテナガエビ養殖業者（青森県十和田市）の視察を行った（巻末資料「内水面養殖業に関する調査報告」を参照）。

図 3-1　　鰺ヶ沢町のイトウ養殖場

さらに、山梨県水産技術センター忍野支所に併設されている「山梨県立富士湧水の里水族館」（山梨県南都留郡忍野村「さかな公園」内）も視察した。この水族館は日本有数の淡水魚水族館であり、視察時に企画展として養殖魚展が行われていた。この養殖魚展ではいろいろな養殖魚が展示されていただけでなく、展示されていた養殖魚を使った料理のレシピが印刷物として配布されていた。さらに、内水面養殖業に関する展示があり、平成 29 年度の山梨県養殖生産額はニジマスが最も多く全体の 5 割を超え，次にその他のマス類、ニシキゴイ，アユなどが続いていることが示されていた。また、山梨県の新たのブランド魚として「富士の介（ふじのすけ）」の展示があり、2020 年に出荷する予定とのことであった。そして、この「富士の介」の作出方法が詳しく説明してあり、「富士の介」はキングサーモンとニジマスを交配して作られた雌の 3 倍体であることが示されていた。

図 3-2　山梨県立富士湧水の里水族館の養殖魚展

2）内水面漁業・養殖業の現状に関する資料

内水面漁業・養殖業の現状に関する資料を収集し、その現状について調べた。まず、農林水産省大臣官房統計部編（2015）『2013 年漁業センサス　第 7 巻　内水面漁業に関する統計』を基にして内水面養殖業について調べた（巻末資料「内水面養殖業に関する調査報告」を参照）。

全国の内水面養殖経営体では個人経営体の割合が 73.6％で、1 経営体あたりの従業員数は平均で 3.37 人であった。そして、個人経営体の専業割合が 29. 9％で、兼業割合が 70.1％であった。また、従事者についてみると、家族が 40.5％で、雇用者が 59.5％であった。さらに、従事者の約 7 割が男性であり、従事者の年齢構成は 60 歳以上が 48.0％となっていた。

これらの結果から、内水面養殖の経営体は、少人数で行う個人経営体が多く、その多くは兼業であり、従事者の高齢化も目立っていることがわかった。

次に、水産庁（平成 30 年 8 月）「内水面漁業・養殖業をめぐる状況」という資料で

は、「内水面漁業生産量、内水面養殖業生産量ともに、昭和 50 年代又は昭和 60 年代以降減少傾向にあったが、近年下げ止まり概ね横ばいで推移」との記載があった。

また、この資料では、内水面漁業の正組合員数が昭和 58 年の 56 万 7 千人をピークに、平成 25 年には約 33 万人まで減少していることや、内水面養殖業の従事者数が昭和 48 年以降減少傾向で、平成 15 年頃に底をついてその後は横ばい傾向にあることが示されていた。そして、このような内水面漁業・養殖業の生産体制の脆弱化や従事者の減少により、内水面漁業・養殖業の持っている多面的な機能を発揮することができなくなることが懸念されていた。この内水面漁業・養殖業の多面的機能とは、内水面漁業・養殖業には本来の機能である水産物の供給だけでなく、釣り場等の自然と親しむ機会や自然体験活動等の学習の場を提供する機能もあることを指している。

このような内水面漁業・養殖業の衰退傾向を示す現状を踏まえて、内水面漁業の振興をはかるために平成 26 年 6 月に内水面漁業の振興に関する法律が成立した（水産庁（平成 26 年 10 月）「内水面漁業の振興に関する法律のあらまし」）。

②内水面養殖業に関する高校生の意識調査

高校生が内水面養殖業についてどの程度認識しているのかを把握するために、2018 年 6 月、アンケート調査を実施した（巻末資料「内水面養殖業に関する調査報告」を参照）。

この調査は、宮城県内の水産高校（28 名）、農業高校（40 名）、普通科高校（22 名）の 3 つの高校の生徒、合計 90 名に対して行い、回収率および有効回答率はともに 100％であった。

まず、「内水面漁業」について知っているかどうかの調査を行ったところ、3 つの高校全体で 20.0％の高校生が「知っている」と答え、残りの 80.0％が「知らない」と回答した。

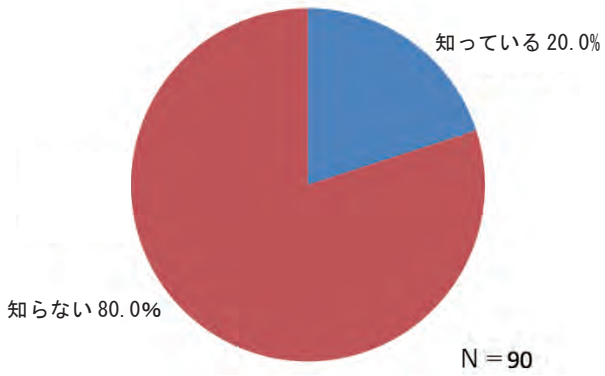


図 3-3　内水面漁業

次に「養殖漁業」について聞くと、3 つの高校全体で 87.8％の高校生が「知っている」と答えた。

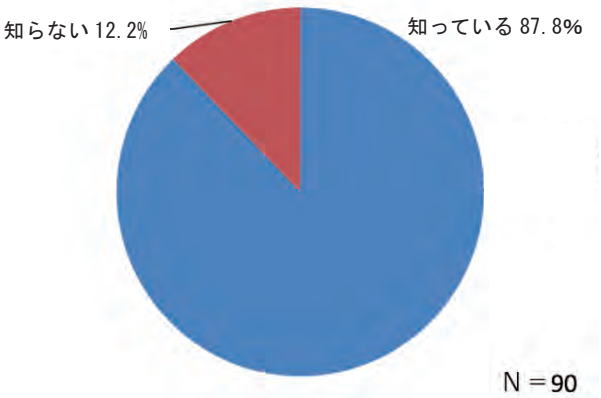


図 3-4　養殖漁業

さらに、「内水面養殖業」について尋ねたところ、3 つの高校全体で 11.4％の高校生が「知っている」と答え、84.8％が「知らない」と回答した。

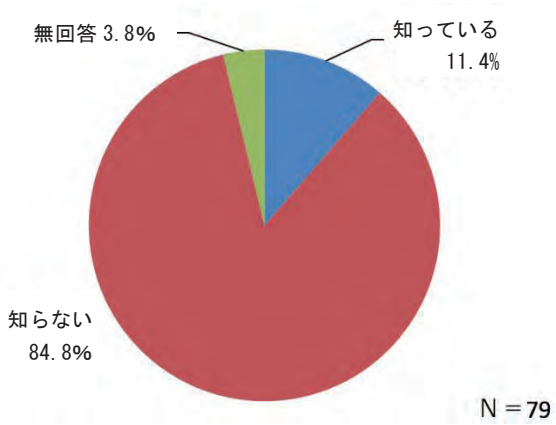


図 3-5　内水面養殖業

また、「内水面養殖業」について「知っている」と答えた 9 名の高校生に養殖されている魚種をいくつでも挙げてもらったところ、コイ、ウナギ、金魚、ニジマスなどが挙げられた。しかし、1 名はカキとホタテを挙げており海面養殖と混同していたと思われる。

最後に就業意識について調べるために、もし内水面養殖業を行っている事業体から雇用の誘いがあったらどうするかを尋ねた。その結果、「働いてもよい」と回答したのは、3 つの高校全体の 8.9％であった。

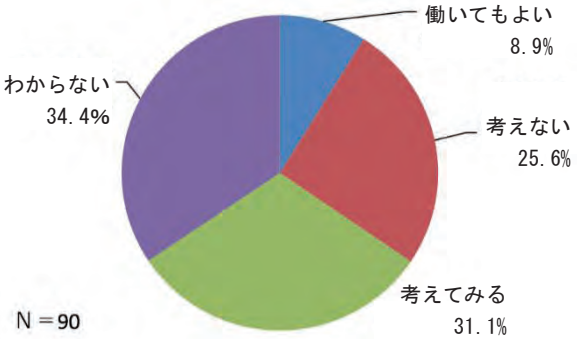


図 3-6　内水面養殖業での雇用の誘いについて

これらの結果から、高校生の多くは内水面養殖業について認識していないことがわかった。内水面養殖業に対する高校生の認識がこのようであることから、当然、高校生の多くは内水面養殖業で働くことを意識していない。

さらに、サンプル数が少なかったため（有効回答数 27）詳細は示さないが、一般向けアンケートも 2018 年 7 月に石巻市で実施した。その結果は、概ね高校生と同様の傾向を示し、一般人においても内水面養殖業が認識されていない傾向が示された。

今回のアンケート調査の結果から、高校生および一般人においては、内水面養殖業に対する認知度がかなり低いことがわかった。したがって、内水面養殖業を活性化して就業者を増やすためには、まず内水面養殖業について多くの人々に知ってもらう必要がある。そのためには、今後、内水面養殖業に関する広報・普及活動を積極的に推し進めることが大切である。

③内水面養殖の成功例

日本国内での内水面養殖事業で、経営的にも、一般社会への認知という点においても成功したといえる例として、食用魚類のウナギと観賞用魚類の金魚をあげることができる。

まず、食用魚類のウナギについてである。日本においてウナギを食べる文化は古く、文書での記録に限っても万葉集の大伴家持の歌にウナギの記載がある。しかし、ウナギの養殖は歴史が浅く、産業としての養殖が始まったのは 1900 年とされている（伊藤文成「ウナギの絶滅危惧種指定と世界一の消費国としての責任」国立研究開発法人水産総合研究センター）。また、現在の日本におけるウナギ養殖は、シラスから成鰻まで

育成する一貫養殖体制であるが、これが確立されたのは1971年であり、養殖を始めてから70年を要している。同時期には配合飼料も普及し，80年代半ばにはわが国のウナギ養殖業は最盛期を迎えることとなる。特に静岡県浜松市の浜名湖はウナギの養殖で有名であり、一時は国内生産高の7割を占めていたこともあった（「100年以上の歴史を持つ“うなぎ養殖”発祥の地・浜松」浜松市ホームページ
https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/miryoku/hakken/tokusan/unagi.html）。

現在のウナギ養殖は、低価格な輸入品の増加、シラスの絶対数の減少などの問題を抱え、往時ほどの隆盛は見られない（出村雅晴「ウナギをめぐる最近の情勢」農林金融 507（2012）pp.58-63.）。

次に、金魚であるが、金魚は観賞用の魚類であり、食用魚種が中心となる内水面養殖においては特異な例である。金魚の養殖は歴史が古く、江戸時代初期にはすでに池のある庭を持つ武士の副業として養殖が始められ、江戸時代後期には特に盛んに行われたと伝えられている（水産庁資料漁政部企画課動向分析班「養殖業の歴史」http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_1_1_2.html）。

現在でも金魚の養殖は奈良県大和郡山市、愛知県弥富市、東京都江戸川区などで行われており、縁日などで金魚すくいとして見かけるなど庶民の文化として根付いているほか、高級種とされる「らんちゅう」などは愛好家の間で市場が形成されている。

2. 自然環境教育のための資料

① 環境教育および体験活動の重要性

現代社会においては、環境教育の重要性が高まっている。例えば、文部科学省の初等中等教育局教育課程科ホームページ（平成24年12月）
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kankyou/index.html）には、「現在、温暖化や自然破壊など地球環境の悪化が深刻化し、環境問題への対応が人類の生存と繁栄にとって緊急かつ重要な課題となっています。豊かな自然環境を守り、私たちの子孫に引き継いでいくためには、エネルギーの効率的な利用など環境への負荷が少なく持続可能な社会を構築することが大切です。そのためには、国民が様々な機会を通じて環境問題について学習し、自主的・積極的に環境保全活動に取り組んでいくことが重要であり、特に、21世紀を担う子どもたちへの環境教育は極めて重要な意義を有しています。」と記載されている。

また、幼稚園、小・中学校及び高等学校の学習指導要領においても環境教育の充実がうたわれている（国立教育政策研究所教育課程研究センター（平成26年）「環境教育指導資料［幼稚園・小学校編］」）。

さらに、「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」（平成30年6月26日）では、「今後、小学校、中学校、高等学校等それぞれの発達の段階に応じて、児童生徒等が体験を通じて環境について学ぶ機

会が充実されるよう、青少年教育施設、地域の自然や文化等地域社会に存在する資源、様々な社会経済活動、ビオトープや学校林等学校が有する施設等を活用し、生活体験や自然体験活動、勤労生産体験活動、社会奉仕体験活動等の多様な体験活動を促進します。」との記載があり、環境教育や体験活動の促進がうたわれている。

加えて、国立教育政策研究所教育課程研究センター（平成 26 年）「環境教育指導資料［幼稚園・小学校編］」では、「社会の変化に伴う子供の自然体験などの機会の減少等を考えると、学校内外を通じて子供の多様な体験活動の充実を図ることが求められている。環境教育においては、体験活動が学習活動の根幹となっていると言っても過言ではない。特に、幼稚園・小学校の段階においては、体験活動が遊びや学びの土台・出発点となり、感性を働かせ、問題解決を促進し、興味・関心を高め、知の実践化を確かなものにしていく。すなわち、体験活動は、子供の学びと成長の過程全体において重要なものと言える。」との記載があり、体験活動が重要であることがわかる。

②自然環境教育の一般的事例

1）自然環境教育関連施設の視察

自然環境教育に関連する施設として、岐阜県各務原市の木曽川にある「河川環境楽園」内の施設である「木曽川水園」や「水辺共生体験館」、「自然発見館」など、静岡県浜松市の浜名湖畔の「浜名湖体験学習施設ウオット」、滋賀県の琵琶湖の東南岸にある「琵琶湖博物館」を視察した（巻末資料「内水面漁業と環境教育プログラムの事例に関する報告」を参照）。

さらに、山梨県南都留郡富士河口湖町の「山梨県立富士山世界遺産センター」（旧組織名：「山梨県立富士ビジターセンター」）、山梨県南都留郡忍野村の「さかな公園」内にある「山梨県立富士湧水の里水族館」と「森の学習館」、山梨県富士吉田市の「山梨県富士山科学研究所」（旧組織名：「山梨県環境科学研究所」）を視察した。

「山梨県立富士山世界遺産センター」では、富士山の自然に関する情報、富士講などの富士山に関わる文化についての情報などの展示があった。

「山梨県立富士湧水の里水族館」では、大きなニジマスなどいろいろな淡水魚が展示されているだけでなく、エサやり体験や体験工作などの体験イベントも行っていた。この水族館に隣接する「森の学習館」には、図書コーナー、体験コーナー、学習コーナーなどがあり、森と触れあいながら学ぶことができるような施設となっていた。そして、木の実の展示やそれを利用したリースなどの工作作品の展示などが行われていた。

図 3-7　山梨県立富士湧水の里水族館

図 3-8　森の学習館

「山梨県富士山科学研究所」は、富士山に関わる情報を発信しており、研究所の周辺には自然観察路があり森の中を散策することができるようになっていた。また、企画展として「噴火の歴史を調べる～テフラの研究から分かること～」が行われていた。さらに、研究所内に置かれていた研究所のニューズレターには、学校団体への教育支援活動（教育プログラム）に関する記述があり、研究所周辺の自然を楽しみながら学ぶことができる「ふじさん自然教室」や富士山に関する学習を支援するための出前授業である「富士山学習支援」についての記載があった。そして、「ふじさん自然教室」では、研究所敷地内の森で、富士山の自然や動植物について学ぶ自然体験学習（自然観察、ネイチャーゲーム）を行っていることが記載されていた。

図 3-9　山梨県富士山科学研究所

2）自然環境教育の一般的事例の資料

環境教育、環境学習に関する取組事例の全体的傾向を把握するために、環境省がインターネット上に掲出している「地方自治体における環境教育・環境学習に関する取組事例」（https://edu.env.go.jp/local/02.html）のデータを用いて分析を行った。

以下に、活動の対象者や取組の内容などを集計した結果を示す。

＜活動の対象者＞

図 3-10 に、環境教育活動の取組に関わる対象者の内訳を示す。対象者は「小学生以下」、「中学生」、「高校生」、「おとな」に分類した。

「小学生以下」は、幼稚園、保育所、子ども、小学校、小学生、と記載しているもの。

「中学生」および「高校生」は、それぞれ中学校、中学生および高校、高校生と記載しているもの。

「おとな」は、教員、社会人、高校卒業以上であることが明記されている場合、および、企業やNPO等の取組とした。

なお、「県民」や「市民」と記載されているが、参加者が子どもか大人かわからない等、内訳が不明瞭な場合は集計から除外した。

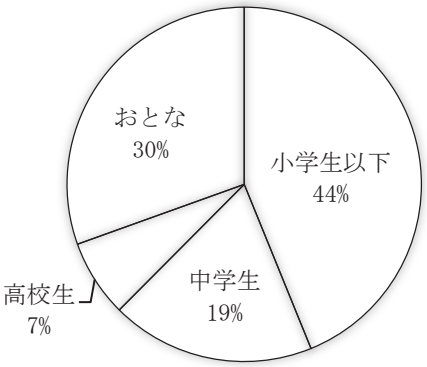


図 3-10　境教育活動の取組に関わる対象者の内訳　（ n = 935 事例 ）

全体の 70 % が高校生以下で、学校関連の取組のほか、こどもエコクラブの活動、休日や夏休み等の長期休暇に行われているこども向けの取組が多い。

＜取組の内容＞

図 3-11 に、環境教育活動の取組の内容を示す。取組は「屋外での体験活動」、「屋内での活動」、「人材、組織、資料、インフラ等の提供」、「人材育成」の 4 つに分類した。まず、これら 4 項目のうち最初の 2 つについて検討する。

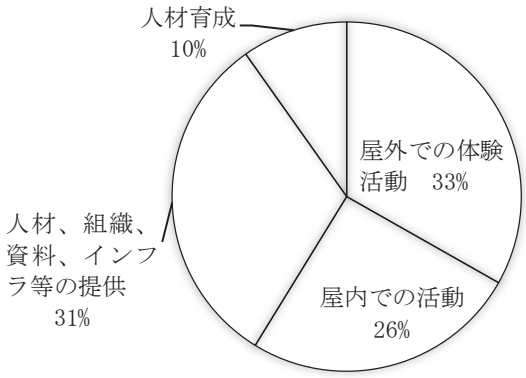


図3-11　環境教育活動の取組事例の内容
（ 延べ数 n = 1060 ）

「屋外での体験活動」には、(1)水や大気中に含まれる化学物質の調査、(2)林野や河川、湖沼、海に生息する動物（昆虫を含む）や植物の調査や採集、(3)野鳥観察ほか自然観察会、(4)昆虫や魚の飼育や放流、(5)植物の栽培や植林、(6)農業体験、(7)漁業体験、(8)こどもエコクラブの交流会、などが含まれている。

「屋内での活動」は、(1)学校や幼稚園、保育所で行われた出前講義や工作などの学習活動、(2)学校以外の様々な施設で行われた講演会や学習会、(3)燃料電池や水の浄化などの実験や技術体験、(4)家庭での環境家計簿作りや温暖化対策、省エネ機器の利用など家庭での取組全般、(5)環境サミットなどの会合や、環境フェアなどのイベント、環境教育活動に関する創作物の展示会など、(6)下水処理施設や廃棄物処分場など、各種施設の見学会、などが含まれている。

なお、“環境に関する様々な取組”のように、場所や取組内容がわからないものは集計から除外している。

「屋外での体験活動」と「屋内での活動」のうち、高校生以下の子供が関わる活動だけに限ってまとめると図 3-12 のようになり、屋外での自然にふれあいながらの活動が屋内での活動を上回っていた。

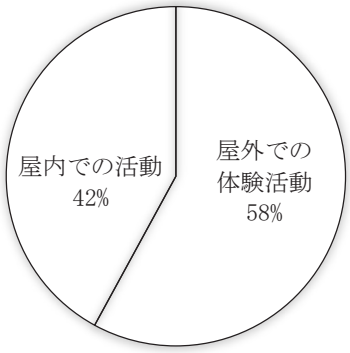


図 3-12　高校生以下の子供が関わる活動の実施場所　（ 延べ数 n = 460 ）

図 3-12 の「屋外での体験活動」のうち(1)～(3)までを「調査・観察」、(4)～(8)までの飼育や栽培など育成に関わる活動を「動植物の育成」として、両者の割合を集計したものを図 3-13 に示す。ただし、“野外での活動”のように記載されていて内容がわからないものは除外した。

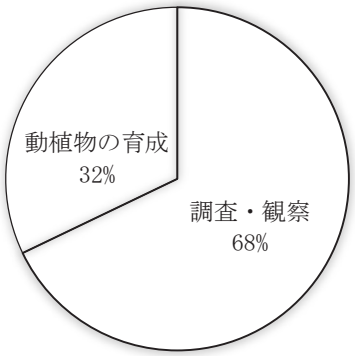


図 3-13　屋外での体験活動の内訳（高校生以下・内容がわかるもので集計　延べ n = 137 ）

飼育や栽培のように取組が長期間にわたるものより、自然観察や生息する動植物の調査のように短時間で完結できる取組が多く行われていることがわかる。

図 3-14 には、図 3-12 の「屋外での体験活動」の中で活動のフィールドがわかるものについて、その内訳を示している。「林野」は山間部の森林や里山、平野部の雑木林など、および、これらの草地、「河川・湖沼」は河川や田んぼの用水路、ため池、湖などで、「河川・湖沼」と「海」は水辺も含んでいる。都市部や郊外の住宅地などは「その他」とした。

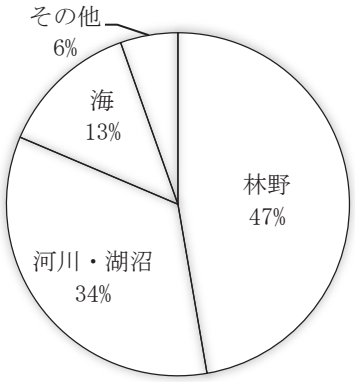


図 3-14　屋外での体験活動のフィールド（高校生以下・内容がわかるもので集計　延べ n = 129）

活動のフィールドは地域の自然環境や産業と関連しており、瀬戸内や三陸地方で漁業の盛んな地域は「海」での活動も多くみられ、森林資源や水資源が豊富な地域では森の保全や水環境に関する取組が多い。

最後に、図 3-11 に示した 4 項目のうちの残りの 2 つ（「人材、組織、資料、インフラ等の提供」、「人材育成」）について検討する。

まず、「人材、組織、資料、インフラ等の提供」には、(1)出前講義の講師や環境アドバイザーの派遣など、人材の提供、(2)副読本の作成や配付、教師用手引き書の作成や

配付、環境プログラム集の作成や配付、パネルや DVD ほか各種資料の貸し出し、web 上での環境に関する様々な情報の発信、計測機器の貸し出しなど、教材や資料・器機類の提供、(3)環境教育に関する拠点校の設置、教育方針・方策などの策定、環境保全に関する組織や連携システムの構築・運営およびその支援、(4)環境教育に関する拠点施設の建設や整備、などが含まれている。

次に、図 3-11 の「人材育成」の対象者は、幼小中高の教員（支援学校を含む）や保育士など教育や保育の現場に従事する者と、大学生以上の一般市民とに分けることができる。

人材育成のための研修の内容としては、(1) 環境教育に必要な知識の修得、(2) 水質や大気組成の分析方法、動植物の採取や同定方法など、各種技能の習得、(3) 環境教育プログラムの開発や内容の検討がある。この他に、(4) 環境教育、環境問題に関する種々の情報交換の場や、環境教育に関わる人材が交流する機会を設ける取組がある。

このように、研修システムとしては、主に①知識の習得、②技能の修得、③情報交換や人材交流の場の設定などが重要な取組になることがわかる。

③内水面漁業・養殖業が関わる自然環境教育の事例

内水面漁業の振興に関する法律の第 25 条には、国民の理解と関心の増進についての記載があり、「国及び地方公共団体は、内水面漁業に対する国民の理解と関心を深めるよう、内水面漁業の意義に関する広報活動、川辺における自然体験活動に対する支援その他の必要な措置を講ずるよう努めるとともに・・・」とある。

また、この内水面漁業の振興に関する法律に基づいて各都道府県の内水面漁業振興計画が策定されている。例えば、山形県では平成 29 年 3 月に内水面漁業振興計画が策定されている。その中に「県の魚『サクラマス』資源の増大に向け、平成 26 年度から内水面漁業協同組合連合会への委託放流（約 15 万尾）を再開したサクラマス稚魚放流事業について、子ども達による放流体験を継続し、広く魚に親しむ機会を設けていきます。」と記載されており、子供たちの放流体験の継続が示されている。

これらの内水面漁業の振興に関する法律や都道府県の内水面漁業振興計画で自然体験活動などの推進がうたわれているように、内水面漁業・養殖業においても、自然環境教育に関わる事例が報告されている。たとえば、宮城県内水面水産試験場のホームページ

(http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/naisui/demaekouza.html)には、2017 年 5 月、広瀬川で仙台市立 M 小学校 5 年生の児童を対象に出前講座を実施し、同小学校の校外学習の一環として、広瀬川の環境やアユ遡上調査、水産試験場で飼育している魚等について説明したとの記載がある。宮城県以外の都道府県の内水面漁業センターや内水面漁協のホームページにおいても同様の体験学習についての記載がある。

加えて、国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所の「内水面の環境保全と遊漁振興に関する研究　研究成果報告書（平成 29 年度）」には、児童が学校の池で育てたフナやモロコなどを諏訪湖に放流したことや児童が考えた諏訪湖の魚を増やすための環境づくりについてのアイディアを諏訪湖漁協の役員らに提案したことなどが記載されている。

このように内水面漁業・養殖業の現場において、子供たちに向けて自然環境教育関連の事業を行っていることがいろいろな資料に示されている。

3. まとめ

草葉起源による内水面養殖業の創出に成功した場合、これを活用して新たな自然環境教育プログラムを作ることができる可能性がある。この時、先に述べた自然環境教育の一般的事例や内水面漁業・養殖業が関わる自然環境教育の事例などを参考にして新たな自然環境教育プログラムを作ることもできるが、草葉起源による内水面養殖業の特徴を生かした独自の内容の自然環境教育プログラムを作ることもできるであろう。

草葉起源による内水面養殖業が関わる自然環境教育プログラムができれば、このプログラムを用いて子供たちに自然環境教育を行うことができる。そして、この子供たちへの自然環境教育は子供たちに対する内水面漁業・養殖業の広報・普及活動につながる可能性がある。これにより、子供たちの内水面漁業・養殖業に対する関心が高まり、子供たちが、将来、内水面漁業・養殖業を起業や新規就業の対象として考えるきっかけになるかもしれない。

さらに、草葉起源による内水面養殖業が関わる自然環境教育プログラムが、自然環境教育を行う際の重要な事例の一つとなれば、教員などの指導者がその教育プログラムを子供たちに教えることになる。この場合、その教育プログラムの内容を教員に指導するための研修システムが必要になり、この教員のための研修システムをつくるために本ブランディング事業の第３グループが収集した資料を参考にすることになる。

参考資料

1. 内水面漁業・養殖業での起業や新規就業に関わる資料

①内水面漁業・養殖業の現状

１. 農林水産省大臣官房統計部編（2015）『2013 年漁業センサス　第７巻　内水面漁業に関する統計』（一般財団法人農林統計協会発行）

2. 水産庁（平成 30 年８月）「内水面漁業・養殖業をめぐる状況」（http://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/pdf/naisuimeninfo-14.pdf）

3. 水産庁（平成 26 年 10 月）「内水面漁業の振興に関する法律のあらまし」（http://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/pdf/aramashi3.pdf）

②内水面養殖業に関する高校生の意識調査

③内水面養殖の成功例

1. 伊藤文成「ウナギの絶滅危惧種指定と世界一の消費国としての責任」国立研究開発法人水産総合研究センター
（https://www.pref.aichi.jp/uploaded/life/119977_85575_misc.pdf）
2. 「100年以上の歴史を持つ“うなぎ養殖”発祥の地・浜松」浜松市ホームページ
（https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/miryoku/hakken/tokusan/unagi.html）
3. 出村雅晴（2012）「ウナギをめぐる最近の情勢」農林金融 507、pp.58-63.
（https://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n1208jo1.pdf）
4. 水産庁資料漁政部企画課動向分析班ホームページ「養殖業の歴史」
（http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h25_h/trend/1/t1_1_1_2.html）

2. 自然環境教育のための資料

①環境教育および体験活動の重要性

1. 文部科学省、初等中等教育局教育課程科ホームページ（平成24年12月）
（http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kankyou/index.html）
2. 国立教育政策研究所教育課程研究センター（平成26年）「環境教育指導資料［幼稚園・小学校編］」
（http://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/kankyo_k_n_e.pdf）
3. 「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」（平成30年6月26日）
（https://www.env.go.jp/press/files/jp/109419.pdf）

②自然環境教育の一般的事例

1. 環境省ホームページ「地方自治体における環境教育・環境学習に関する取組事例」
（https://edu.env.go.jp/local/02.html）

③内水面漁業・養殖業が関わる自然環境教育の事例

1. 山形県（平成29年3月）「山形県内水面漁業振興計画」
（https://www.pref.yamagata.jp/ou/norinsuisan/140033/naisuisinnkoukeikau.pdf）
2. 宮城県内水面水産試験場ホームページ
（http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/naisui/demaekouza.html）
3. 国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所（平成30年3月）「内水面の環境保全と遊漁振興に関する研究　研究成果報告書（平成29年度）」
（http://www.suisan-shinkou.or.jp/promotion/pdf/inlandwater_report_2017.pdf）

その他の関連資料

内水面漁業・養殖業関連の資料

1. 国立研究開発法人水産研究・教育機構（2017年9月）「内水面の水産業を支える研究　身近で貴重な川や湖を大切に利用するために」広報誌FRA NEWS vol. 52（https://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/news/fnews52.pdf）
2. 阿部信一郎他著（2013）「内水面漁業者が小学生を対象に川で行う親水活動の教育的効果」陸水学雑誌（Japanese Journal of Limnology）74：165-171（https://www.jstage.jst.go.jp/article/rikusui/74/3/74_165/_pdf）
3. 農林水産委員会調査室 石川 武彦（2014）「内水面漁業の現状と課題― 内水面漁業振興法制定とウナギの資源保護・管理をめぐって ―」立法と調査No.357（参議院事務局企画調整室編集・発行）72?86（http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2014pdf/20141001072.pdf）

自然環境教育関連の資料

1. 文部科学省（平成23年9月）「環境教育に活用できる学校づくり実践事例集」（http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/detail/1311403.html）
2. 国立教育政策研究所教育課程研究センター（平成28年）「環境教育指導資料［中学校編］」（https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/20161214.pdf）
3. 環境省（平成26年7月）「平成26年度　持続可能な地域づくりを担う人材育成事業ESD環境教育モデルプログラムガイドブック②」（http://www.geoc.jp/content/files/japanese/2011/07/ESD_GuideBook201408.pdf）
4. 環境省（平成27年3月）「環境省 平成26年度　持続可能な地域づくりを担う人材育成事業　地域版ESD環境教育プログラムガイドブック」（http://www.geoc.jp/content/files/japanese/2011/07/07a349b68dd37fa45df1a206c31553b2.pdf）
5. 宮城県（平成29年3月）「宮城県環境教育基本方針」（https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/619530.pdf）

第４節　研究会の開催報告

各種研究会の議題等を列記する。

【平成 29.1.12　事業説明会】

・事業目的、期待される研究成果、ブランディングの取り組み、事業実施体制について
・本事業の全学的な体制での実施について
・研究ブランディング事業実施所管について
・本事業における研究者のエフォートについて
・平成 28 年度事業の事前評価結果の報告
・各研究グループリーダーより平成２８年度事業計画書の説明

【平成 29.1.25　第 1 研究グループ情報系教員の研究会】

・事前のベンチスケールテストでの確認事項の整理
・水槽内流れシステム等のモニタリングの打ち合わせ

【平成 29.2.9　第 1 研究グループ機械系教員の研究会】

・水槽内流れシステム、水温変動対策等について打ち合わせ
・データの収集、解析の手法等の整理

【平成 29.2.15　第 1 研究グループ生物系・食環境系教員の研究会】

・今後の研究計画について
・草葉起源による餌料生産に関する課題点等の整理

【平成 29.6.22　研究会】

・第 1、2、3 研究グループの事業の進捗状況報告
・各研究グループの意見交換、打ち合わせ

【平成 29.10.2　ブランディング事業講演会打ち合わせ・研究会】

・平成 29 年度石巻専修大学研究ブランディング事業講演会の打ち合わせ
・各研究グループの意見交換、打ち合わせ

【平成 29.10.7　研究会】

外部有識者：奥泉 和也 氏（鶴岡市立加茂水族館・館長）

本間 伸栄 氏（山形県立加茂水産高等学校・主任実習教諭）

・加茂水族館のブランド化の経緯と、水生生物の管理方法等について（奥泉和也氏）

鶴岡市立加茂水族館は現在 50 種以上のクラゲを飼育しており、世界一のクラゲ水族館と呼ばれている。入館者が低迷し廃館寸前だった状態から世界一のクラゲ水族館へとブランド化を成功させた経緯より、ブランド化の効果的な手法について情報提供がなされた。また多数の水生生物の飼育経験より、エビや魚類の飼育・管理方法等について情報提供がなされた。

・加茂水産高等学校を例とした自然環境教育について（本間伸栄氏）

加茂水産高等学校は藻場の再生や海洋生物の生態等についての臨海実習を生徒、近隣の小中学生に対して積極的に行っている。

加茂水産高等学校を例に挙げた教育プログラム（実習内容、実習スケジュール、実習中の安全管理等）の情報提供や、地域に貢献できる自然環境教育プログラムを構築するための提言がなされた。

【平成 30.2.16　全体研究会】

・平成 29 年度石巻専修大学研究ブランディング事業の進捗状況報告

・平成 30 年度石巻専修大学研究ブランディング事業の研究計画説明

第３章　各種事業関連の取り組みと実験設備等の記録

第１節　ＰＤＣＡサイクルに基づく点検・評価活動

第２節　講演会・シンポジウム開催報告

第１項　平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業講演会

第２項　石巻専修大学創立 30 周年記念事業

「平成 30 年度私立大学研究ブランディング事業シンポジウム」

第３節　実験設備等の記録

第１項　実証試験圃場

第２項　予備実験施設

第３項　大型養殖水槽の完成まで

第３章　各種事業関連の取り組みと実験設備等の記録

第１節　ＰＤＣＡサイクルに基づく点検・評価活動

【研究推進委員会】　※議題等列記

《平成 28 年度第 1 回研究推進委員会》

（１）石巻専修大学におけるブランディング事業の概要（事業計画書）

（２）ブランディング事業の個別項目の検討

（３）期待される研究成果

（４）（３）を踏まえ研究プロジェクトの評価に関する申し合わせの確定

（５）ブランディング事業の取り組み

（６）事業実施体制

（７）年次計画及び事業規模

《平成 28 年度第 2 回研究推進委員会》

（１）ブランディング事業の概要

（２）ブランディング事業計画書作成の進捗状況

（３）ブランディング事業調査票への対応状況

《平成 28 年度第 3 回研究推進委員会》

（１）ブランディング事業計画書作成の進捗状況

（２）ブランディング事業調査票への対応に伴うアンケートの実施

《平成 28 年度第 4 回研究推進委員会》

（１）ブランディング事業の採択について

《平成 28 年度第 5 回研究推進委員会》

（１）平成 28 年度私立大学研究ブランディング事業の実施について

（２）平成 28 年度研究ブランディング事業の事前評価について

（３）平成 29 年度研究ブランディング事業用大型水槽の設置場所について

《平成 30 年度第 3 回研究推進委員会》

（１）研究ブランドの発信について

《平成 30 年度第 4 回研究推進委員会》

（１）平成 31 年度以降の研究ブランドの発信について

【共創研究センター運営委員会】※議題等列記

《平成 28 年度第 2 回共創研究センター運営委員会》

（１）平成 28 年度私立大学研究ブランディング事業への申請について

（２）石巻専修大学における研究プロジェクトの評価に関する申し合わせについて

《平成 28 年度第 3 回共創研究センター運営委員会》

１．平成 28 年度研究ブランディング事業の実施について

（１）平成 28 年度研究計画（目標、実施状況、研究組織、経費等）

（２）研究ブランディング事業の事前評価

２．平成 29 年度研究ブランディング事業用大型水槽の設置場所について

《平成 28 年度第 4 回共創研究センター運営委員会》

１．平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業の支援対象校の選考に基づく事業実施について

《平成 29 年度第 1 回共創研究センター運営委員会》

１．「私立大学研究ブランディング事業」（平成 28 年度採択事業）について

（１）平成 28 年度分の報告とその評価（進捗状況の確認）について

（２）平成 29 年度計画書とその評価（進捗状況を踏まえて計画されていることの確認）について

２．平成 29 年度「私立大学研究ブランディング事業」（平成 28 年度採択事業）の大型水槽一式等の工事業者選定について

《平成 29 年度第 4 回共創研究センター運営委員会》

１．平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業（平成 28 年度採択事業）の進捗状況等に関する事後評価について

２．平成 30 年度私立大学研究ブランディング事業（平成 28 年度採択事業）の研究計画等に関する事前評価について

３．平成 30 年度私立大学研究ブランディング事業（平成 28 年度採択事業）の実施について

《平成 30 年度第 2 回共創研究センター運営委員会》

１．「私立大学研究ブランディング事業」（平成 28 年度採択事業）について

（１）平成 29 年度の進捗状況（ホームページ掲載）について

（２）シンポジウムの開催について

（３）報告書の発行について

《平成 30 年度第 8 回共創研究センター運営委員会》

１．「石巻専修大学創立 30 周年記念事業　私立大学研究ブランディング事業シンポジウム」の開催について

《平成 30 年度第 10 回共創研究センター運営委員会》
１． 私立大学研究ブランディング事業報告書の制作（案）について

【平成 30.6.12　文部科学省の視察】

来学者：文部科学省私学助成課　児玉 大輔 視学官
日時：平成 30 年 6 月 12 日（火）12：50～15：05

《概要説明》

１．石巻専修大学の全体概要

尾池守学長より①大学の概要、②震災復興への取り組み、③教育等への取り組みについて説明を行った。

２．私立大学研究ブランディング事業の取り組み概要

高崎みつる教授より①研究背景、②研究事業のゴール、③研究支援体制、④研究進行経緯と成果について説明を行った。

３．質疑応答

《現地見学》

本館正面玄関のモニュメント→図書館１階のテイラー文庫、３D 模型→図書館東側よりグラウンド全景→大型養殖水槽と制御システム→実証試験圃場

《総評・懇談》

児玉視学官から、「私立大学研究ブランディング事業の採択にあたっては、当該大学や当該地域の支援のみで終わるのではなく、新しい産業として育っていく可能性があるものを支援していくという考え方がある。貴学の研究は、津波が襲来した地域でしか着想できないものであり、本研究で培った技術はある程度、普遍性があり応用が利くものであると感じた。養殖魚を育てる技術的側面とこれらを経営ベースに乗せる側面がうまく組み合わさると良いものができてくるのではないか。また、学生の皆さんが楽しく研究に協力しており、３つの学部全てが関与する形で取り組みが進んでいることが評価できる点ではないかと思う。貴学は地域に根ざした圏域唯一の大学として、地域にどういう貢献ができるかを長い目で考えていることがよく分かった。大学のひとつの本流である研究のブランド力を磨いていけば、そのブランドはそう簡単に朽ち果てるものではない。その研究ブランドはやがて社会への強い伝播力を伴い、貴学が地域の拠点大学として確固とした礎を築く足がかりとなっていくはずである。」との総評をいただいた。

また、懇談の中で第２研究グループの庄子准教授と第３研究グループの佐藤教授より、研究内容の進捗状況等についての説明が行われた。

第２節　講演会・シンポジウム開催報告

第１項　平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業講演会

Ⅰ．開催要項

〇シンポジウム開催報告

私立大学研究ブランディング事業講演会「震災復興を見据えた研究の取り組み」

日時：平成 29 年 10 月 7 日（土）13：30～15：40

場所：4 号館 4101 教室

主催：石巻専修大学

参加者：40 名

〇プログラム

13：30	「石巻専修大学の私立大学研究ブランディング事業の概要」 石巻専修大学　理工学部教授　高崎 みつる
14：00	「クラゲ展示のブランド作り―20 年の軌跡―」 山形県鶴岡市立加茂水族館　館長　奥泉 和也 氏
14：15	「養殖魚介類のブランド化に向けた課題」 石巻専修大学　経営学部准教授　工藤 周平
14：25	「資源増殖の新たな手法を求めた活動実践について」 山形県立加茂水産高校　主任実習教諭　本間 伸栄 氏
14：40	「人材教育のための自然環境教育プログラム」 石巻専修大学　人間学部教授　山崎 省一
14：50	パネルディスカッション 第 1 部「本学のブランディング事業が地域に根差すためには」 第 2 部「若い人に水産業の魅力を伝えるために」 コメンテーター：奥泉 和也 氏、本間 伸栄 氏
15：30	閉会
15：30	大型養殖水槽　見学
15：40	大型養殖水槽　見学終了

Ⅱ．開催報告

「石巻専修大学の私立大学研究ブランディング事業の概要」

石巻専修大学 理工学部教授　高崎 みつる

石巻専修大学理工学部の高崎みつる教授より、「石巻専修大学のブランディング事業の概要」と題し、研究テーマである『震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ－草葉起源による内水面養殖業の創出－』の概要、今後の展望について説明が行われた。耕作放棄地等で牧草を刈り取り、その草葉を起源とした餌料を生産、そして完成予定の大型養殖水槽で魚の養殖を行い流通、新たな雇用創出までつなげる構想が述べられた。

「クラゲ展示のブランド作り―20 年の軌跡―」

山形県鶴岡市立加茂水族館 館長　奥泉 和也 氏

山形県鶴岡市立加茂水族館館長である奥泉和也氏より「クラゲ展示のブランド作り 20 年の軌跡」と題し、経営危機に陥っていた山形県鶴岡市立加茂水族館が世界一のクラゲ水族館になるまでの軌跡を講演いただいた。また独自のブランドとして成功した背景には、他の水族館にはない独自のものに取り組んだことなどが述べられた

「養殖魚介類のブランド化に向けた課題」

石巻専修大学 経営学部准教授　工藤 周平

石巻専修大学経営学部の工藤周平准教授より「養殖魚介類のブランド化に向けた課題」と題し、日本各地で行われているブランド化の事例や養殖関連事業の課題点などが紹介された。得られた知見を元に、流通・マーケティングの確立に向け養殖魚介類のブランド化における課題を整理していくことが述べられた

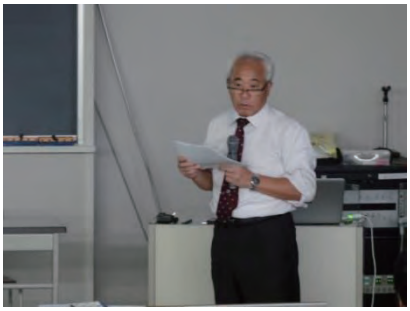
「資源増殖の新たな手法を求めた活動実践について」

山形県立加茂水産高等学校 主任実習教諭　本間 伸栄 氏

山形県立加茂水産高等学校主任実習教諭の本間伸栄氏より「資源増殖の新たな手法を求めた活動実践について」と題し、山形県立加茂水産高等学校で行われている研究や、自然環境教育プログラムの事例について紹介いただいた。自然環境教育を考えるにあたり「自然を伝える」ところから始めることが重要であることが述べられた。

「人材教育のための自然環境教育プログラム」

石巻専修大学 人間学部教授　山崎 省一



石巻専修大学人間学部の山崎省一教授より「人材教育のための自然環境教育プログラム」と題し、将来を担う子どもたちに自然に興味をもってもらうような教育プログラムについて提言がなされた。また研修システムの確立へ向け、自然環境プログラムの事例調査等を進めていくことが述べられた。

○パネルディスカッション

第１部「本学のブランディング事業が地域に根差すためには」

第２部「若い人に水産業の魅力を伝えるために」

○大型養殖水槽　見学

・雨天のため中止

第２項　石巻専修大学創立 30 周年記念事業
「平成 30 年度 私立大学研究ブランディング事業シンポジウム」

Ⅰ．開催要項

〇シンポジウム概要

石巻専修大学創立 30 周年記念事業

「平成 30 年度 私立大学研究ブランディング事業シンポジウム」

日時：2018 年 11 月 8 日（木）13：30〜16：40

場所：石巻専修大学 4 号館 4101 教室

主催：石巻専修大学

後援：石巻市、東松島市、女川町、（公財）石巻地域高等教育事業団

参加者：220 名

〇プログラム

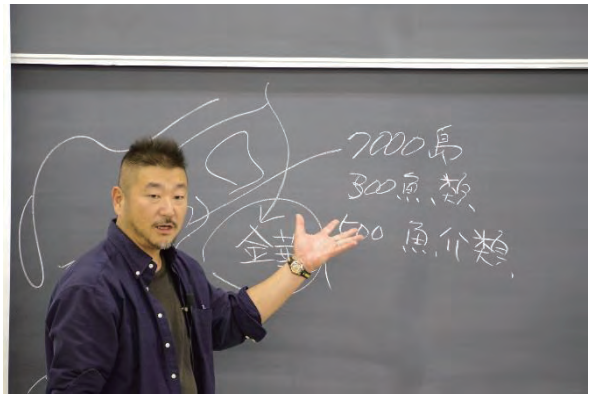
13：30	「シンポジウム開会の挨拶」　石巻専修大学　学長　尾池 守
第 1 部　特別講演	
13：35	「東北の魚で考える、ブランドとは何か」 株式会社ウエカツ水産代表取締役、東京海洋大学客員教授　　上田 勝彦 氏
14：20	「落ちこぼれ水族館が世界一へ」 山形県鶴岡市立加茂水族館元館長、現シニアアドバイザー　　村上 龍男 氏
15：05	休憩
第 2 部　研究成果報告 震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ―草葉起源による内水面養殖業の創出―	
15：15	「内水面養殖システムの構築」　石巻専修大学 理工学部教授　　高崎 みつる
15：45	「流通とマーケティングの確立」　石巻専修大学 経営学部准教授　　庄子 真岐
16：00	「研修システムの確立」　石巻専修大学 人間学部教授　　柳 明
16：15	上田 勝彦 氏、村上 龍男 氏　コメント
16：30	質疑応答
16：35	閉会

Ⅱ．第１部　特別講演

「東北の魚で考える、ブランドとは何か」

上田 勝彦 氏（株式会社ウエカツ水産代表取締役、東京海洋大学客員教授）

上田勝彦氏からは「東北の魚で考える、ブランドとは何か」と題して、ブランドのあり方について参加者とディスカッションを行いながら講演いただいた。ブランドを売り出していこうと考える際、「ブランド化」するのではなく「ブランドになっていく」ものであるという認識を持ってブランドイメージの情報発信・運用を行う必要があること、また地域の独自色のある新しいものを考え PR していくことが重要であることを語っていただいた。



「落ちこぼれ水族館が世界一へ」

村上 龍男 氏（山形県鶴岡市加茂水族館元館長、現シニアアドバイザー）

村上龍男氏からは「落ちこぼれ水族館が世界一へ」と題して、経営危機に陥っていた山形県鶴岡市加茂水族館を世界一のクラゲ水族館へと育て上げた軌跡を、波乱万丈な人生談とともに講演いただいた。偶然水槽の中にいたクラゲを展示したところ、来館者に好評であったことからクラゲをメインにした今までにない独自の水族館として PR し、世界一のクラゲ水族館としてブランドを確立できたことを語っていただいた。

Ⅲ．第２部　研究成果報告

「内水面養殖システムの構築」

研究リーダー兼第１研究グループ代表者　石巻専修大学　理工学部教授　高崎 みつる

内水面養殖システムの構築に取り組んできた高崎みつる教授からは、予備実験施設での養殖試験を通し水質管理・水質浄化システムの知見が得られたこと、また草葉起源の餌料生産に関する試験について課題は多く残るものの、実現に向けたデータ収集ができたことが報告された。得られた知見をもとに、今後も３つの研究グループが連携し、石巻専修大学のブランドとして研究を継続していくことが述べられた。

【概要】

■鶴岡市予備実験施設でのヤマメ（サクラマス）の養殖試験

・一般的な養殖例に比べ、今回行った試験では収率は大きくなった。一般的な養殖例では、収率は投餌量の 0.5 倍程度が魚体重量の増加となるといわれているが、今回の養殖試験は収率が 0.7 倍程度という結果になった。

・上記の結果により、水質管理と浄化システム、養殖に最適な環境条件について有用な知見が得られたが、養殖魚の健康管理（疾病、寄生虫対策等）についてはさらなるデータ収集・試験が必要となる。

■草葉起源の餌料開発

・牧草等の草葉による水中の微生物・有機物の生産に関するいくつかの有用な知見が得られた。

牧草の処理方法の違い（発酵・乾燥）で水中のたんぱく質濃度、酸素消費量の違いが見られたこと、餌になり得る微生物の発生が確認されたこと。

・上記の結果を踏まえ、生産された微生物が魚体成長を含む餌料として適しているのか、また、水中の微生物環境の調整方法について検討する必要がある。

■今後の研究について

・閉鎖型循環養殖システムの水質管理、餌料生産について課題は残るものの、独自の内水面養殖システムの構築に向けた有用な知見が数多く得られた。

・得られたデータをもとに、草葉起源の餌料生産等、事業の核となる部分について今後も研究を継続していく。

「流通とマーケティングの確立」

第２研究グループ代表者　経営学部准教授　庄子 真岐

流通とマーケティングの確立をテーマに取り組んできた庄子真岐准教授からは、陸上養殖事業に最適なビジネスモデル確立に向けた調査結果が報告された。陸上養殖事業者の事業パターンの調査や養殖魚介類における消費者意識調査などが報告され、現状の課題や高付加価値の商品を提供するための提言がなされた。

【概要】

陸上養殖事業の最適なビジネスモデル確立に向けた提案

■事業者サイド

・資金調達のための基盤事業が必要。

・経営資源を活用できる垂直的展開が効率的。

・陸上養殖事業から始める場合には、そのノウハウをコンサル事業としても活用し、資金面での貢献が必要となる。

■消費者サイド

・天然魚信仰はあるものの、魚種によっては、養殖魚も購入する消費者は６割いる。
だが、世帯年収の高い層で天然魚信仰は強い傾向。

・陸上養殖の強みであるウイルスフリーであることは、消費者も重要視している点である。
この点は、販売の際、大きな訴求ポイントになると考える。

・その他、商品の価値として、解凍品ではないこと、添加物が少ないことを世帯年収の高い層では重視していることが分かった。

・また、世帯年収の高い層では、トレーサビリティに関する情報を重視する傾向がうかがえた。

■考察のまとめ

高付加価値の商品を提供するためには、ウイルスフリー、添加物の少なさ、生（解凍品でない）を重視し、トレーサビリティの情報を丁寧に提供することが求められると考える。

「研修システムの確立」

第３研究グループ代表者　人間学部教授　柳 明

研修システムの確立をテーマに取り組んできた柳明教授からは、内水面養殖の現状や、自然環境教育の事例調査結果について報告された。研修システムを構築するにあたり、起業を考えている人や新規就業者のための資料や自然環境教育の情報を収集し、将来を担う子どもたちが内水面漁業・養殖業に興味を持つことができるような自然環境教育の重要性が報告された。

【概要】

■内水面漁業・養殖業の現状について

・全国の内水面漁業・養殖業の従事者数は年々減少傾向にある。

・全国の内水面養殖経営体のうち 73.6%が個人経営体であり、さらに個人経営体の従事者の半数が５０代～６０代となっている。

・これらのことから、内水面漁業・養殖業従事者数の減少と高齢化が問題になっていることがわかる。

■高校生に対する意識調査

宮城県内の水産高校、農業高校、普通科高校に養殖漁業に関するアンケート調査を行った。

・養殖漁業については高校生の約９割が「知っている」と回答したが、内水面漁業については２割、内水面養殖業については約１割の高校生が「知っている」と回答した。
つまり、高校生の多くは、内水面養殖業について認識してないことがわかった。

・内水面養殖業を活性化して就業者を増やすためには、内水面養殖業について多くの人々に知ってもらう必要があり、内水面養殖業に関する広報・普及活動が重要になる。

■自然環境教育の事例調査

自然環境教育プログラムの構築に向けて、自然環境教育の一般的な事例と内水面漁業・養殖業が関わる自然環境教育の事例の調査を行った。草葉起源による内水面養殖業に関連付けた教育プログラムが構築できれば、そのプログラムを利用した子どもたちは内水面養殖業についての理解が深まる。つまり、このプログラムは子どもたちへの内水面養殖業の広報・普及活動になっている。また、このプログラムは教員のための自然環境教育研修システムとして利用することもできる。

■まとめ

独自の自然環境教育プログラムを構築できれば、子どもたちに対して内水面養殖業の広報・普及活動につながる可能性があり、また新規就業者や起業を考える人も増えていくことが期待される。このことが、長い目で見た時に内水面養殖業の新規就業者や起業を考える人を増やすことに貢献することが期待される。

第３節　実験設備等の記録

第１項　実証試験圃場

【大学敷地内実証試験圃】

第１研究グループの草葉起源による餌料生産の試験のため、石巻専修大学演習林の隣に約８m^2の実証試験圃場を設けた。ここでは養殖魚の餌となりうるミミズ等の増殖に適した作土化実験などを中心に行われている。試験圃の設置にあたり教職員、高崎みつる研究室の学生等が参加し土を耕すところから作業が進められた。

・試験圃完成までの様子

実証試験圃設置予定の敷地

①周辺の雑草を刈り取る

②刈り取った雑草を粉砕機で細かくする

③雑草を細かくしたもの

④敷地を耕うん機で耕す

⑤耕した土に③を鋤き込む

⑥発酵鶏ふんを混ぜる

実証試験圃の完成

【野菜の栽培】

実証試験圃の栄養豊富な土壌を活かして敷地の一角で野菜を栽培する試みを行った。

種類は様々で、キュウリ、ナス、トマト、かぼちゃ、ズッキーニ、大根、白菜、などが教職員、学生らによって栽培されている。

・作業の様子

【学外実証試験圃場】

東松島市、株式会社ぱるファーム大曲のご協力を得て、東松島市内の東日本大震災の影響を受けた農地に実証試験圃場を２ヶ所設置した。ここでは主に牧草等の栽培試験が行われ、餌料生産に適した植物や収穫時の収量等のデータを収集し、学内実証試験圃での実験とあわせて、草葉を原料とした餌料生産の確立に向けて研究が行われている。

・東松島市借用農地

・株式会社ぱるファーム大曲借用農地

第２項　予備実験施設

本学の研究ブランディング事業の要となる大型養殖水槽の整備に先立ち、山形県鶴岡市の協力を得て、山形県鶴岡市小堅小学校（元）の敷地内にあるプールを借用し予備実験施設を作製した。

大型養殖水槽の完成の遅れが予想されたことから、先行して養殖試験を開始した。予備実験施設ではヤマメ（サクラマス）等のさまざまな研究調査を行い、水槽内の水質環境や流れ条件、飼育密度等の有用なデータ、知見を得ることができた。

小堅小学校（元）のプール跡地

作成中の実験施設

ヤマメ（サクラマス）①

ヤマメ（サクラマス）②

第３項　大型養殖水槽の完成まで

本学の研究ブランディング事業の要となる大型養殖水槽は平成 29 年 11 月に完成した。当初の計画よりも遅れて平成 29 年 8 月に着工した。また、悪天候が続いた影響もあり約 3 ヶ月の工事期間となった。

・大型養殖水槽完成まで

「大型養殖槽・水質制御システム
設置工事」説明会

大型養殖槽・水質制御システム
設置工事予定地　現地見学

大型養殖水槽設置予定地①

大型養殖水槽設置予定地②

大型養殖水槽工事着工

水槽土台部分①

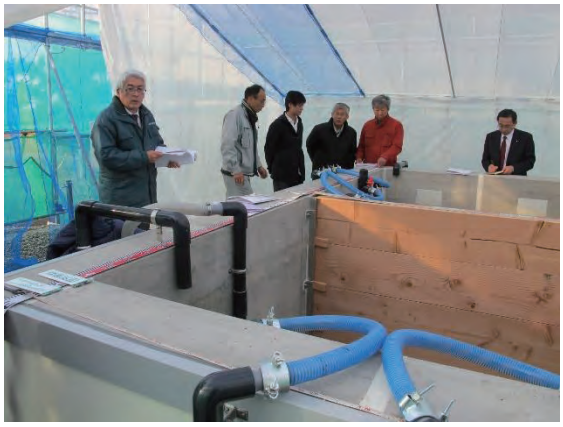
水槽土台部分②

ビニールシート用の骨組み①

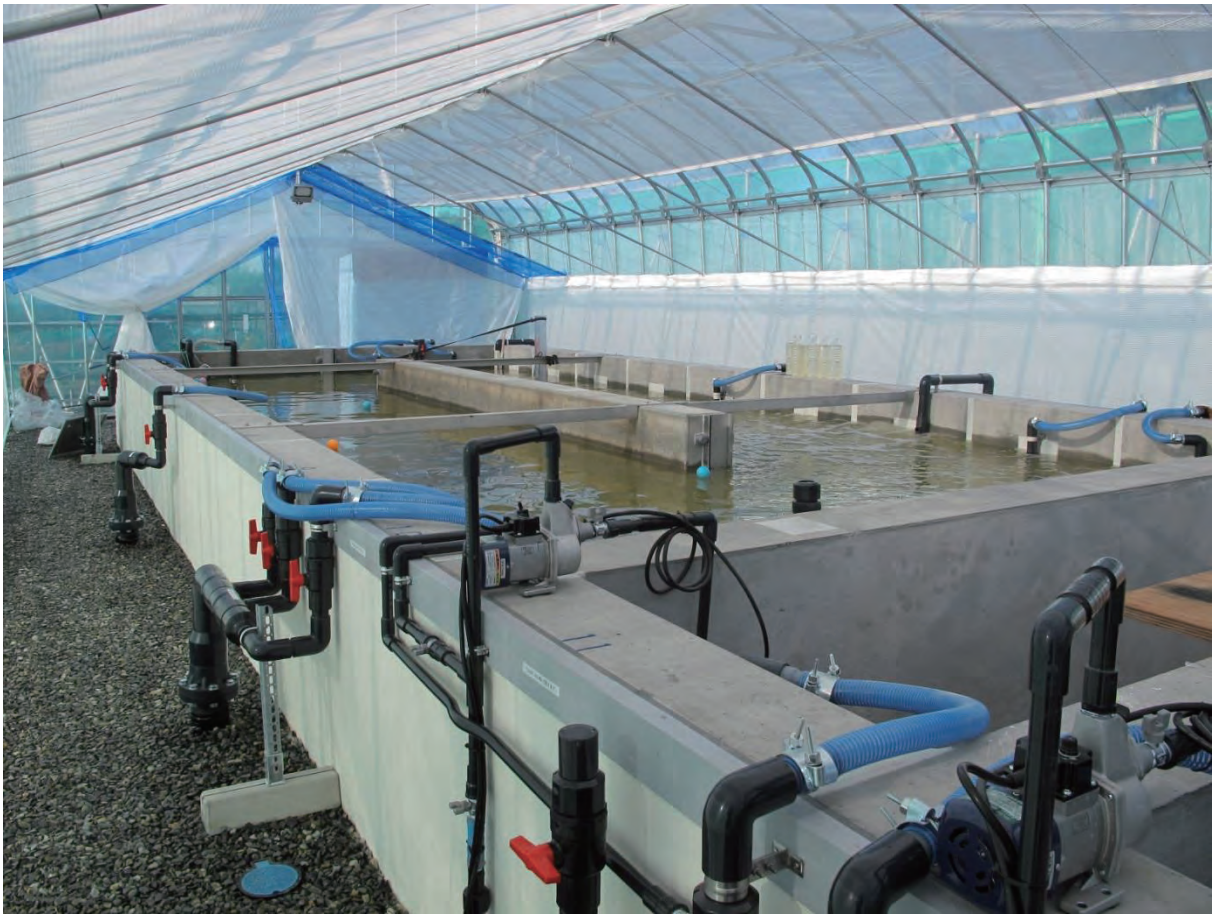
ビニールシート用の骨組み②

ビニールハウス完成

外側には防風ネットを取付



業者から水槽に関する説明が行われた



屋内の様子

資料１　第３研究グループ研究調査資料

資料２　石巻専修大学研究ブランディング事業
紹介記事

資料１　第３研究グループ研究調査資料

石巻専修大学・私立大学研究ブランディング事業

内水面養殖業に関する調査報告

2018 年 10 月

佐藤　利明

（第 3 研究グループ）

目　　次

Ⅰ　内水面養殖業に関する統計分析－全国の趨勢と東北地方の実態－　・・・1

Ⅱ　イトウ養殖の現状と課題－青森県鰺ヶ沢町の事例－　・・・・・・・・・13

Ⅲ　オニテナガエビ養殖の事業化構想－青森県十和田市 Y.M 氏の事例－・・・19

Ⅳ　「内水面養殖業」に関する高校生の意識－アンケート結果から－　・・・22

Ⅰ　内水面養殖業に関する統計分析
－全国の趨勢と東北地方の実態－

佐藤 利明

はじめに

本報告は、私立大学研究ブランディング事業における本学の課題に関して、第 3 研究グループのメンバーとして筆者が 2017 年度に実施した研究成果の一部である。

第 3 研究グループのテーマは「新技術に関する研修システムの確立」ということであるが、そもそも新技術の周知と理解のための普及活動の前提となる内水面養殖業それ自体がいかなる実態にあるのか把握する必要がある。そこで、第 3 研究グループの構成員としての立場から、現在における日本の内水面養殖業および東北地方の実態について、統計データに基づいて整理することを試みた。本報告はその結果についてまとめたものである。

分析に用いた内水面養殖業に関するデータは、2013(平成 25)年 11 月に実施された漁業センサスにおける内水面漁業経営体調査の結果報告(農林水産省大臣官房統計部編；2015、『2013 年漁業センサス　第 7 巻　内水面漁業に関する統計』、発行・一般財団法人農林統計協会)である[1]。

1　内水面養殖業の全国の動向

(1)養殖経営体の基本構成

全国の内水面養殖業を営む経営体は総計で 3,129 経営体である(**表 1-1**)。その内訳は、個人 2,304、会社 554、漁業協同組合 81、漁業生産組合 69、共同経営 52、その他 69 となっており、経営体の 73.6%が個人業主である。この「その他」には筆者の別報告に示すように自治体の手掛けるものが含まれる。

表1-1　主とする養殖種類別基本構成（全国）

分　類	養殖業の基本構成			経営組織別経営体数					
	経営体数	養殖池数（面）	†経営体平均（面）	個人	会社	漁業協同組合	漁業生産組合	共同経営	その他
計	3,129	51,228	16.4	2,304	554	81	69	52	69
食　用	2,041	27,490	13.5	1,418	432	44	60	50	37
にじます	245	4,509	18.4	145	69	8	17	3	3
その他ます類	512	6,102	11.9	359	81	12	21	23	16
あ ゆ	147	2,300	15.6	82	58	14	11	1	1
こ い	140	2,803	20.0	108	27	1	2	2	–
ふ な	148	1,043	7.0	130	7	3	1	6	1
うなぎ	375	4,678	12.5	231	134	4	2	1	3
すっぽん	51	1,102	21.6	35	15	–	–	–	1
海水魚種	24	127	5.3	18	4	–	–	2	–
その他	399	4,826	12.1	330	37	2	6	12	12
種苗用	191	3,725	19.5	77	37	36	9	2	30
ます類	66	1,462	22.2	17	19	16	4	–	10
あ ゆ	51	1,307	25.6	6	10	18	2	–	15
こ い	17	425	25.0	14	1	–	1	–	1
その他	57	531	9.3	40	7	2	2	2	4
観賞用	883	19,994	22.6	808	73	–	–	–	2
錦ごい	553	12,165	22.0	497	55	–	–	–	1
きんぎょ	330	7,829	23.7	311	18	–	–	–	1
真　珠	14	19	1.4	1	12	1	–	–	–

資料：農林水産省「2013年漁業センサス」(内水面漁業に関する統計)より。
注(1)「海水魚種」は北海道(20)、栃木県・静岡県・香川県・宮崎県(各1)にみられる。
(2)「真珠」は、茨城県(5)・滋賀県(9)に見られる。

養殖池数は 5 万 1,228 面、面積にして 3,774 万 4,862 ㎡で、1 経営体当たり池数にして 16.4 面、面積は 1 万 2,062.9 ㎡である。

ではどのような養殖種類にあるのか、**表 1-1** に従って主とする養殖種類をみると、経営体全体の 65.2%（2,041 経営体、以下単位を省略）が食用の養殖で、観賞用が 28.2%（883）となり、種苗用を手掛けるのはわずか 6.1%(191)でしかない。しかし、それぞれの魚種の内訳では、食用の養殖を手掛ける業者の 36.1%(757)が「にじます」「その他ます類」[2]で、次いで「うなぎ」が 18.4%(375)となり、「あゆ」「こい」「ふな」は 7%前後である[3]。種苗用の 34.6%(66)が「ます類」で、次いで「あゆ」26.7%(51)、「こい」8.9%(17)となる。観賞用は 6 割以上を「錦ごい」が占める。なお、海水魚種を内水面で養殖している事業者は北海道に 20 経営体、栃木県・静岡県など 4 県にそれぞれ 1 経営体ある[4]。また、真珠の養殖は全国で 14 経営体であるが茨城県と滋賀県の 2 県に見られる。

何の養殖を手掛けているのか組織別でみると、主とする種類においては、食用養殖では個人経営体が 69.5%(1,418)、会社 21.2%(432)となる。養殖種類は、「その他ます類」は個人業者が多数を占め、「うなぎ」では個人と会社がほぼ 6 対 4 ほどである。種苗用では 191 経営体のうち漁業協同組合も 18.8%を占め、養殖種類では「あゆ」が個人・会社を上回っている。

養殖業の従事者総数は 1 万 548 人、うち 40.5%が家族で 59.5%が雇用者である。1 経営体当たりの平均従事者数は 3.37 人で、全体の男女比は約 7 対 3 である(**表 1-2**)。

種類別では食用全体で家族が 38.7%、雇用者は 61.3%、1 経営体平均の従事者数は 3.48 人であり、以下、種苗用が家族 13.6%、雇用者 86.4%、平均 6.12 人、観賞用は家族 60.9%、雇用者 39.1%、平均 2.55 人となる。食用養殖の中で雇用者の割合が高いのは「あゆ」78.7%で、それ以外はほぼ 60%を超える。平均従事者は「あゆ」4.53 人、「うなぎ」4.20 人、他は 3～4 人である。種苗用の中では「あゆ」の雇用者の割合が 96.8%と最も高く、次いで「ます類」が 90.4%である。平均人員も「あゆ」が 6.65 人である。真珠養殖は 96%が雇用者で対応している。

養殖種類別で従事者数にどの程度のばらつきがあるかを示したものが**表 1-3** である。

全体としては 1 人～2 人が約半数を占

表1-2　従事者数および家族・雇用者の割合

分　類	計（人）	家族・雇用者別(%) 家族	雇用者	†経営体平均（人）
計（人）	10,548	40.5	59.5	3.37
食　用	7,106	38.7	61.3	3.48
にじます	826	34.9	65.1	3.37
その他ます類	1,319	47.6	52.4	2.58
あ ゆ	666	21.3	78.7	4.53
こ い	558	35.3	64.7	3.99
ふ な	589	35.8	65.2	3.98
うなぎ	1,576	35.6	64.4	4.20
すっぽん	172	37.8	62.2	3.37
海水魚種	88	60.2	39.8	3.67
その他	1,312	45.9	54.1	3.29
種苗用	1,168	13.6	86.4	6.12
ます類	201	9.6	90.4	4.56
あ ゆ	339	3.2	96.8	6.65
こ い	72	33.3	66.7	4.24
その他	456	20.8	79.2	8.00
観賞用	2,248	60.9	39.1	2.55
錦ごい	1,463	53.7	46.3	2.65
きんぎょ	785	74.3	25.7	2.38
真　珠	26	3.8	96.2	1.86

注：家族・雇用者別の欄は、それぞれ計に対する割合を示す。

表1-3 過去1年間の従事者数

分類	経営体数	1人	2人	3人	4～5人	6～9人	10人以上	平均
計	3,129	853	871	488	485	272	160	3.37
食　用	2,041	483	539	355	373	201	90	3.48
にじます	245	51	73	39	52	18	12	3.37
その他ます類	512	160	170	78	68	28	8	2.58
あ ゆ	147	14	30	29	34	29	11	4.53
こ い	140	38	36	24	22	14	6	3.99
ふ な	148	52	37	17	13	16	13	3.98
うなぎ	375	45	67	93	107	42	21	4.20
すっぽん	51	12	9	11	10	8	1	3.37
海水魚種	24	2	5	8	5	3	1	3.67
その他	399	109	112	56	62	43	17	3.29
種苗用	191	26	35	18	32	28	52	6.12
ます類	66	11	17	9	13	11	5	4.56
あ ゆ	51	4	7	6	12	11	11	6.65
こ い	17	6	6	-	1	1	3	4.24
その他	57	5	5	3	6	5	33	8.00
観賞用	883	337	294	112	79	43	18	2.55
錦ごい	553	222	179	56	52	31	13	2.65
きんぎょ	330	115	115	56	27	12	5	2.38
真　珠	14	7	3	3	1	-	-	1.86

注：従事者とは満15歳以上で、日数にかかわらず過去1年間に養殖作業に従事した者で、臨時的に従事した者も含む。

め、10 人以上の規模のものは 5%(160)でしかない。しかし、食用種類と観賞用が 1～2 人というのが 50～60%であるのに対し、種苗用では 4～5 人以上が逆に 6 割近く、10 人以上も 27.2%(52)となっている。

個々の魚種でみると、食用の「ます」類、「こい」・「ふな」では 1～2 人が多数で、「うなぎ」はばらつきがある中で 10 人以上のものも 21 経営体存する。種苗用では「あゆ」に従事者数が多い傾向にある。

以上のように、種苗用養殖において雇用者が多く、かつ平均の従事者数も多いという傾向にあるが、養殖種類による差異が大きいと言えよう。しかし、平均人員を見ると、一部の種類を除けばほぼ 3～4 人で対応している傾向にある。なお、雇用者の雇用形態についてセンサスからは把握できない。

(2)営んだ養殖種類

養殖事業者が単一種類のみを養殖しているとは限らない。先の表 1-1 は「主とする種類」による分類であるが、**表 1-4** は養殖経営体が主とする種類の他に何を組み合わせているのか営んだ種類の組み合わせを示している。

食用養殖を主とする 2,041 経営体のうち、181 経営体が種苗用も手掛け、また観賞用の養殖も 24 経営体が行っている。その内容では、「にじます」を主とする 245 経営体のうち 117 経営体が「その他のます類」を、34 経営体が種苗用の「ます類」にも取り組んでいる。「その他のます類」を主とする 512 経営体のうち他の食用として「にじます」(106)、「あゆ」(9)、「こい」(6)、さらに、種苗用の養殖も 87 経営体が手掛け、主として「ます」の稚苗生産を行っている。「あゆ」を主とする 147 経営体は「ます類」の他「こい」「ふな」、種苗用の「あゆ」(12)も養殖する。「こい」養殖(140)は「ふな」(17)や種苗用の「こい」(22)も手掛けていることが判明した。

種苗用の養殖業者 191 のうち、食用に 41(「にじます」13、「その他ます類」20、「あゆ」12 など)、さらに観賞用の「錦ごい」「きんぎょ」もわずかではあるが養殖している。観賞用の養殖を主とする 883 経営体にも、「こい」「ふな」の食用 24、種苗用 3 などが見受けられる。

「ます」類には食用と種苗用の「ます」類が組み合わされ、「こい」「ふな」では食用と種苗用、「あゆ」は食用と種苗用が組み合わされる傾向にある。しかし、観

表1-4 営んだ養殖種類別経営体数(全国)

主とする養殖種類	計	食用									
		小計	にじます	その他ます類	あゆ	こい	ふな	うなぎ	すっぽん	海水魚種	その他
計	3,129	2,106	387	675	186	189	180	384	61	28	481
食　用	2,041	2,041	373	655	174	175	173	384	60	28	465
にじます	245	245	245	117	7	11	-	-	-	-	8
その他ます類	512	512	106	512	9	6	-	-	-	-	15
あ ゆ	147	147	13	19	147	9	4	4	1	3	5
こ い	140	140	3	2	7	140	17	1	1	-	13
ふ な	148	148	1	-	-	5	148	2	1	-	20
うなぎ	375	375	-	-	2	-	1	375	3	1	4
すっぽん	51	51	-	-	-	-	-	-	51	-	1
海水魚種	24	24	-	-	-	-	-	1	-	24	-
その他	399	399	5	5	2	4	3	1	3	-	399
種苗用	191	41	13	20	12	3	5	-	-	-	6
ます類	66	17	8	14	1	-	-	-	-	-	1
あ ゆ	51	14	2	4	11	1	2	-	-	-	1
こ い	17	3	-	-	-	2	2	-	-	-	-
その他	57	7	3	2	-	-	1	-	-	-	4
観賞用	883	24	1	-	-	11	2	-	1	-	10
錦ごい	553	10	-	-	-	7	1	-	-	-	3
きんぎょ	330	14	1	-	-	4	1	-	1	-	7
真　珠	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(単位:経営体)

主とする養殖種類	種苗用					観賞用			
	小計	ます類	あゆ	こい	その他	小計	錦ごい	きんぎょ	真珠
計	375	197	74	47	103	911	591	406	15
食　用	181	117	18	23	35	24	13	14	-
にじます	34	30	1	-	3	-	-	-	-
その他ます類	87	84	2	-	5	1	1	-	-
あ ゆ	13	1	12	-	1	1	1	-	-
こ い	25	1	1	22	7	11	6	7	-
ふ な	6	-	-	-	6	2	1	1	-
うなぎ	3	-	1	-	2	2	1	1	-
すっぽん	2	-	-	-	2	-	-	-	-
海水魚種	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他	11	1	1	1	9	7	3	5	-
種苗用	191	80	56	22	67	4	3	4	1
ます類	66	66	3	-	3	-	-	-	-
あ ゆ	51	9	51	3	5	-	-	-	1
こ い	17	1	-	17	2	-	-	-	-
その他	57	4	2	2	57	4	3	4	-
観賞用	3	-	-	2	1	883	575	388	-
錦ごい	2	-	-	1	1	553	553	58	-
きんぎょ	1	-	-	1	-	330	22	-	-
真　珠	-	-	-	-	-	-	-	-	14

注:(1)「海水魚種」は北海道(20)、栃木県・静岡県・香川県・宮崎県(各1)にみられる。
(2)「真珠」は、茨城県(5)・滋賀県(9)に見られる。

賞用の「錦ごい」あるいは「きんぎょ」養殖の場合には、他の種類を組み合わせる傾向は少ない。

(3) 販売金額別にみた養殖経営体

次に、内水面養殖業を営む事業者がどれくらいの販売金額にあるのか、表 1-5 をもとに把握してみたい。

まず、全体的には販売なし(127)を除けば養殖経営体の 30%(984)ほどが 100 万円未満、100 万円～500 万円が 24.2%(757)、1 千万円～5 千万円は 17.5%(548)、

表1-5 過去1年間の養殖種類別販売金額別経営体数(全国)

(単位:経営体)

分　類	計	販売なし	10万円未満	10～30	30～50	50～100	100～300	300～500	500万～1千万	1千万～2千万	2千万～3千万	5千万～1億	1億円以上
計	3,129	127	247	250	194	293	470	287	356	280	268	171	186
食　用	2,041	86	128	155	112	178	265	175	238	182	201	146	175
にじます	245	4	3	7	10	16	34	27	42	39	42	12	9
その他ます類	512	11	26	28	26	67	112	74	74	40	41	11	2
あ ゆ	147	-	1	-	1	3	9	7	17	30	31	37	11
こ い	140	7	15	9	10	11	13	7	18	18	23	7	2
ふ な	148	8	33	35	17	18	9	5	7	6	4	4	2
うなぎ	375	5	3	28	1	7	18	12	18	22	45	73	143
すっぽん	51	3	2	-	-	6	10	3	9	5	7	-	4
海水魚種	24	1	2	1	1	-	2	4	9	2	-	1	1
その他	399	47	43	47	46	48	58	36	44	20	8	1	1
種苗用	191	7	12	5	3	10	18	12	27	54	24	14	5
ます類	66	2	6	4	3	2	10	7	10	8	9	5	-
あ ゆ	51	1	-	-	-	1	1	2	9	12	12	9	4
こ い	17	-	4	-	-	5	-	1	4	2	1	-	-
その他	57	4	2	1	-	2	7	2	4	32	2	-	1
観賞用	883	30	107	90	79	105	184	98	87	44	42	11	6
錦ごい	553	23	87	67	47	59	94	48	51	25	35	11	6
きんぎょ	330	7	20	23	32	46	90	50	36	19	7	-	-
真　珠	14	4	-	-	-	-	3	2	4	-	1	-	-

1 億円以上は 5.9%(186)となって、傾向としては 500 万円あたりを境に 1 千万円以上とそれ以下とに分化する。

食用養殖ではほぼ全体の傾向にオーバーラップするものの、「あゆ」で 1 千万円～5 千万円に 41.5%が相当し、5 千万円～1 億円に 25.2%、1 億円以上は 7.5%と、販売金額の高額傾向にある。同様に、「うなぎ」がやはり 5 千万円～1 億円に 19.5%(73)、1 億円以上が 38.1%(143)と高額に偏っている。

種苗用では「あゆ」が 1 千万円以上を 80%が占めている。観賞用は逆に 883 経営体の 85%ほどが 500 万円未満となっている。　販売・出荷量のデータが示されていないので正確なことは不明であるが、一般的な市場動向から判断すれば、販売量の多い「ます」類や「あゆ」、単価の高い「うなぎ」「すっぽん」などの養殖で高額になる傾向があるといえよう。

(4) 個人経営体の実態

以上の全体的傾向に対し、個人経営体はどのような養殖経営にあるのかみることにしたい。

専業・兼業

まず、専業・兼業の内訳では(**表 1-6**)、2,304 の個人経営体のうち専業が約 30%、

表1-6 個人経営体の専業・兼業別経営体割合

(単位:%)

主とする養殖種類	計(経営体)	専業	兼業	
			第1種	第2種
計	2,304	29.9	25.4	44.7
食　用	1,418	30.3	26.4	43.3
にじます	145	33.8	33.8	32.4
その他ます類	359	21.7	29.2	49.0
あ ゆ	62	41.9	37.1	21.0
こ い	108	32.4	25.9	41.7
ふ な	130	17.7	4.6	77.7
うなぎ	231	45.5	38.1	16.5
すっぽん	35	31.4	22.9	45.7
海水魚種	18	72.2	27.8	-
その他	330	27.0	19.1	53.9
種苗用	77	40.3	37.7	22.1
ます類	17	11.8	41.2	47.0
あ ゆ	6	50.0	50.0	-
こ い	14	64.3	7.1	28.6
その他	40	42.5	45.0	12.5
観賞用	808	28.2	22.5	49.3
錦ごい	497	28.2	18.5	53.3
きんぎょ	311	28.2	28.9	42.8
真　珠	1	-	-	100.0

注:(1)経営体計に対する割合。小数第2位を四捨五入している。
(2)「専業」とは過去1年間の収入が自家漁業からのみの場合、「第1種兼業」とは自家漁業以外の仕事からもあり、かつ、自家漁業からの収入の方が大きかった場合、「第2種兼業」は逆に自家漁業以外の収入が大きかった場合。

自家漁業以外の収入のある兼業が 70%となっている。この兼業のうちの約半数は自家漁業以外からの収入の方が大きかった第 2 種兼業であった。

養殖種類別では、食用と観賞用が全体の傾向とほぼ合致するが、種苗用は専業と第 1 種兼業が 40%前後となっている。種類別にみると、専業率の高いのが「あゆ」(41.9%)、「うなぎ」(45.5%)、「海水魚種」はほとんどが専業である。種苗用の「あゆ」「こい」も専業の割合が高い。逆に兼業の経営体の多いのは「その他のます類」(約 80%)、「ふな」(約 85%)などである。

ではどのような兼業の傾向にあるのかというと、**表 1-7** のように、全体では自家漁業以外の自営が多数を占め、雇われ兼業は約 30%ほどである。この自営の内容についての詳細は民宿以外は不明であるが、内水面養殖業者の立地は農村地域ないし山間地である場合が多いことから推すれば、ほぼ農業が中心であろうと考えられる。特に「ます」類の場合は、農家でありつつ釣堀と釣った魚をその場で提供する食堂という形態が多いのではなかろうか。漁業以外のその他の雇われについての詳細は不明である。

表1-7 兼業経営体の兼業種類

(単位:経営体)

主とする養殖種類	計	自家漁業以外の自営		共同経営に出資従事	雇われ		
			民宿		小計	漁業	その他
計	1,616	1,145	38	9	519	63	469
食　用	989	759	33	7	288	40	257
にじます	98	84	7	2	21	5	20
その他ます類	281	235	20	3	84	2	82
あ ゆ	36	34	-	-	7	-	7
こ い	73	59	1	-	20	-	20
ふ な	107	91	-	1	31	3	28
うなぎ	126	63	-	-	40	17	25
すっぽん	24	17	2	-	5	1	5
海水魚種	5	-	-	1	3	2	1
その他	241	176	3		77	10	69
種苗用	46	23	1	1	20	10	10
ます類	15	11	1	-	7	1	6
あ ゆ	3	2	-	-	1	-	1
こ い	5	4	-	-	1	-	1
その他	23	6	-	1	11	9	2
観賞用	580	362	4	1	210	13	201
錦ごい	357	208	4	-	139	9	133
きんぎょ	223	154	-	1	71	4	68
真　珠	1	1	-	-	1	-	1

表1-8 過去1年間の従事者の構成(個人経営体)

(単位:経営体)

主とする養殖種類	計(経営体)	家族のみ	雇用者のみ	家族と雇用者	
				小計	雇用者が家族より多い
計	2,304	1,625	-	679	287
食　用	1,418	966	-	452	198
にじます	145	101	-	44	15
その他ます類	359	267	-	92	23
あ ゆ	62	35	-	27	10
こ い	108	75	-	33	20
ふ な	130	94	-	36	31
うなぎ	231	154	-	77	29
すっぽん	35	21	-	14	7
海水魚種	18	18	-	-	-
その他	330	201	-	129	63
種苗用	77	29	-	48	35
ます類	17	12	-	5	2
あ ゆ	6	2	-	4	1
こ い	14	9	-	5	2
その他	40	6	-	34	30
観賞用	808	630	-	178	53
錦ごい	497	360	-	137	44
きんぎょ	311	270	-	41	9
真　珠	1	-	-	1	1

従事者の構成と後継者の有無

次に、養殖への従事者の内訳をみると(**表 1-8**)、全体としては 70%が家族のみで従事しており(1,625)、雇用者のみというのは皆無である。家族と雇用者であるとする 30%の経営体のうち、雇用者が家族より多いのが約 4 割(287)である。養殖種類別では食用で家族のみの割合が 73%(966)、観賞用も 78%(630)となっているが、種苗用は逆に 37.7%(29)となって、家族と雇用者で事業を行っている。一部の魚種を除けば、全体として家族を主体にして養殖業を経営している実態にある。

従事者を男女別・年齢別にみたのが**表 1-9** である。全体的な傾向としては、従事者の 70%が男性である。年齢階層では 50～60 代が半数で、30～40 代は 25%ほどである。しかし、種類別では食用の「あゆ」「うなぎ」「海水魚種」などで 30～40 代の割合がやや多い。食用であれ種苗用・観賞用であれ、「こい」「ふな」「きんぎょ」では 50～60 代前半、60 代後半から 70 代前半のいわゆる高齢世代が中心となって養殖事業を担っていることが明らかである。逆に 20 代の若い世代の従事者が「海水魚種」を除けば全体的に少ないという傾向にある。

そこで、後継者の有無についてまとめたのが**表 1-10** である。

表1-9 男女別年齢別従事者

（単位：%）

主とする養殖種類	男女計（人）	男性 小計(人)	男性 15～29歳	男性 30～49	男性 50～64	男性 65～74	男性 75歳以上	女性 小計(人)	女性 15～29歳	女性 30～49	女性 50～64	女性 65～74	女性 75歳以上
計	10,548	7,520	8.5	25.6	33.2	22.5	10.2	3,028	5.3	25.8	36.5	22.2	10.2
食　用	7,106	5,063	8.6	26.1	23.2	22.3	9.8	2,043	4.4	23.5	38.0	20.7	11.0
にじます	826	579	9.0	27.5	32.0	23.7	7.9	247	3.2	29.6	36.8	19.8	10.5
その他ます類	1,319	933	8.0	20.0	35.6	22.8	10.4	386	2.6	16.8	43.8	23.8	13.0
あ ゆ	666	447	11.0	36.2	32.2	15.2	5.3	219	4.6	24.7	48.4	12.8	9.6
こ い	558	450	2.9	19.1	37.3	28.9	11.8	108	1.9	17.6	40.7	27.8	12.0
ふ な	589	504	2.6	22.0	32.3	29.8	13.3	85	1.2	20.0	25.9	42.4	10.6
うなぎ	1,576	1,152	12.5	35.8	30.4	8.7	6.4	424	5.0	30.0	31.1	23.3	10.6
すっぽん	172	114	7.0	28.9	42.1	17.5	4.4	58	6.9	15.5	50.0	19.0	8.6
海水魚種	88	60	28.3	30.0	26.7	11.7	3.3	28	3.6	39.3	50.0	7.1	–
その他	1,312	824	7.9	18.4	33.0	28.4	12.3	488	6.8	21.5	34.8	25.6	11.3
種苗用	1,168	778	9.8	36.4	31.4	17.4	5.1	390	15.1	47.9	28.2	6.9	1.8
ます類	301	261	8.4	31.4	29.1	26.4	4.6	40	5.0	17.5	42.5	27.5	7.5
あ ゆ	339	261	11.9	34.9	36.4	12.3	4.6	78	10.3	29.5	50.0	10.3	–
こ い	72	49	2.0	32.7	36.7	14.3	14.3	23	8.7	34.8	30.4	8.7	17.4
その他	456	207	10.6	45.4	26.6	13.0	4.3	249	18.9	59.9	18.9	2.4	–
観賞用	2,248	1,659	7.8	18.9	34.2	25.1	14.0	589	1.9	19.2	36.7	28.9	13.4
錦ごい	1,463	1,142	9.5	19.9	31.7	26.1	12.9	321	2.2	19.9	35.5	31.2	11.2
きんぎょ	785	517	4.3	16.8	39.7	22.8	16.4	268	1.5	18.3	38.1	26.1	16.0
真　珠	26	20	–	25.0	25.0	45.0	5.0	6	–	33.3	33.3	33.3	–

注：それぞれ小計に対する割合。小数第2位を四捨五入している。

表1-10 後継者の有無（個人経営体）

（単位：%）

主とする養殖種類	計	あり	なし
計	2,304	21.4	78.6
食　用	1,418	25.5	74.5
にじます	145	29.7	70.3
その他ます類	359	17.8	82.2
あ ゆ	62	30.6	69.4
こ い	108	23.1	76.9
ふ な	130	13.1	86.9
うなぎ	231	46.3	53.7
すっぽん	35	5.7	94.3
海水魚種	18	66.7	33.3
その他	330	22.1	77.9
種苗用	77	20.8	79.2
ます類	17	17.6	82.4
あ ゆ	6	33.3	66.7
こ い	14	14.3	85.7
その他	40	22.5	77.5
観賞用	808	14.4	85.6
錦ごい	497	13.3	86.7
きんぎょ	311	16.1	83.9
真　珠	1	–	100.0

個人経営体全体では後継者「あり」が 21.4%、「なし」は 78.6%となっており、種類別でも食用・種苗用は同様の傾向に、観賞用に至っては後継者「あり」はわずか 1 割強である。しかも魚種によって差異が大きく、後継者「あり」の割合が 30%以上を超えるのは「あゆ」(食用・種苗用)・「うなぎ」・「海水魚種」などで、とりわけ「海水魚種」は 70%近い。

2 東北地方の内水面養殖業

(1)養殖経営体の基本構成

東北地方の内水面養殖業についてまとめたものが**表 2-1・表 2-2** である。

表2-1 内水面養殖業経営の基本構成(1)

（単位：経営体）

	計	個人経営体	個人経営体 (%)	会社	漁業協同組合	漁業生産組合	共同経営	その他
東北計	262	154	57.8	61	14	8	8	17
青森県	20	13	65.0	1	2	1	1	2
岩手県	56	30	53.6	11	8	3	1	3
宮城県	30	12	40.0	16	–	1	–	1
秋田県	34	20	58.8	11	1	–	–	2
山形県	76	49	64.5	13	2	2	5	5
福島県	46	30	65.2	9	1	1	1	4

東北 6 県には計 262 経営体があり、そのうち個人経営体が 154、57.8%である。県別では経営体数の多い順に山形県 76、岩手県 56、福島県 46 となり、個人業主が 60%を超えるのは青森県・山形県・福島県である。会社で目立つのは宮城県(16)と山形県(13)で、漁業協同組合は岩手県に 8 経営体が存する。その他として東北には 17 経営体があるが、別稿で示すように青森県の 2 経営体が自治体の取り組みであるものの、他の県については不明である。

表2-2 内水面養殖業経営の基本構成(2)

	経営体数	養殖池数（面）	1経営体平均	養殖面積（㎡）	1経営体平均	従事者数（人） 計	家族	雇用者	1経営体平均
全　国	3,129	51,228	16.4	37,744,862	12,062.9	10,548	4,276	6,272	3.37
東北計	262	3,344	12.8	1,870,137	7,137.9	1,007	290	717	3.84
青森県	20	274	13.7	53,583	2,129.2	59	19	40	2.95
岩手県	56	1,119	20.0	146,581	2,617.5	232	64	168	4.14
宮城県	30	442	14.7	99,465	3,315.5	84	20	64	2.80
秋田県	34	329	9.7	69,846	2,054.3	112	40	72	3.29
山形県	76	627	8.3	386,416	5,084.4	364	96	268	4.79
福島県	46	553	12.0	1,114,246	24,222.7	156	51	105	3.39

次に、取り組みの実態では(**表 2-2**)、東北の養殖池の経営体平均は 12.8 面となり全国に比べてやや少ない。面積も平均で 7,137.9 ㎡となり、全国平均の半分よりやや上回る程度である。県別では岩手県が 20.0 面であるものの、平均面積では福島県が全国平均を上回る 2 万 4,222.7 ㎡となっている。山形県がそれに次いで 5,084.4 ㎡で、その他の 4 県は 2～3,000 ㎡である。

従事者は東北全体で 1 千人程度であり、しかも雇用者が 71.2%(717 人)を占めている。しかし県別には合計で山形県が 364 人、岩手県の 232 人が続き、青森県は 59 人となっている。6 県とも雇用者が家族従事者を上回っている。1 経営体当たりの平均人数は東北全体では 3.84 人であるが、山形県・岩手県が 4.79 人・4.14 人である以外は 3 人前後である。

これをさらに従事者人数別に整理したものが**表 2-3** となる。

東北地方では 6 人～10 人が 25 経営体、10 人を超えるのは 13 経営体となっているが、県別では青森県が 1 人から 2 人、岩手県が 2～3 人に 46.4%、4～5 人が 21.4%、秋田県は 2 人に 32.4%、3 人に 20.6%、山形県は 2～3 人に約半分の 35 経営体、福島県も 2～3 人に約 50%が集中する。

表2-3 従事者数別経営体数

（単位：経営体、人）

	計	1人	2人	3人	4～5人	6～10人	10人以上
東北計	262	55	76	47	46	25	13
青森県	20	8	4	2	3	2	1
岩手県	56	8	16	10	12	7	3
宮城県	30	6	9	7	7	1	–
秋田県	34	8	11	7	4	2	2
山形県	76	16	20	15	11	8	6
福島県	46	9	16	6	9	5	1

(2)営んだ養殖種類

東北における養殖業の養殖魚種を営んだものでまとめたのが**表 2-4** となる。

全体としては食用の養殖業が 75.2%、種苗用 31.3%、観賞用 14.1%と、食用の養殖を手がける経営体が多数を占めるが、これを種類でみると、食用の「にじます」32.5%、「その他のます類」57.9%、種苗用の「ます類」51.2%となり、東北では「ます」類の養殖に取り組む経営体が圧倒的である。東北地方の「にじます」は食用でみると全国 387 経営体の 16.5%(64 経営体)、ヤマメ・イワナを主とする「その他ます類」が 16.9%(114 経営体)を占めている。これが種苗用の「ます類」では 21.3%となる。

表2-4 営んだ養殖種類別経営体数

（単位：経営体）

	計	食用 小計	食用 にじます	食用 その他ます類	食用 あゆ	食用 こい	食用 ふな	食用 すっぽん	食用 その他
東北計	262	197	64	114	12	36	6	1	27
青森県	20	17	10	7	3	–	–	–	3
岩手県	56	42	14	32	1	4	–	–	5
宮城県	30	19	11	15	1	1	–	–	1
秋田県	34	30	7	20	5	5	2	–	4
山形県	76	52	15	18	1	18	4	–	5
福島県	46	37	7	22	1	8	–	1	9

	種苗用 小計	種苗用 ます類	種苗用 あゆ	種苗用 こい	種苗用 その他	観賞用 小計	観賞用 錦ごい	観賞用 きんぎょ
東北計	82	42	8	10	14	37	23	21
青森県	5	3	–	2	–	–	–	–
岩手県	27	3	2	2	5	5	2	–
宮城県	16	14	1	1	–	1	1	–
秋田県	11	8	1	1	1	4	3	2
山形県	13	8	3	3	2	20	11	16
福島県	10	6	1	1	6	7	6	3

注：東北地方には、うなぎ・海水魚種・真珠の養殖は見られない。

県別では、青森県は食用の「ます」類、岩手県も同様に「ます」類、宮城県の経営体数はそれほど多くはないもののやはり「ます」類にほぼ特化している。秋田県は「ます」類が多いものの、「あゆ」と「こい」が目立つ。山形県は「ます」類に加えて食用の「こい」、観賞用の「錦ごい」と「きんぎょ」が他の 5 県に比べて取り組まれている。福島県も「その他のます類」が主で、山形県同様に観賞用の「錦ごい」が目立つ。

(3)販売金額別にみた養殖経営体

表 2－5 は東北地方の養殖経営体を販売金額別に集計したものである。

東北全体では、販売なしか販売があっても 50 万円未満の経営体が 22.5%、50 万円から 100 万円が 9.2%、100 万円～500 万円が 27.5%、500 万円～1 千万円は 16.0%となり、1 千万円以上の販売金額を上げている養殖業経営体は全体の 24.8%である。1 億円を超えるのは 1 経営体のみである。やはり、ほぼ 500 万円あたりを境に、それ以下の層とそれ以上層とに分かれているといえる。

では県別にはどうであるのかというと、青森県では 100 万円～500 万円の販売金額を上げる経営体が約半数であるが、岩手県は 500 万円を超える金額に 19、10 万円～100 万円未満に 20 となる。宮城県では逆に 1 千万円以上に 17 と半数を超える。秋田県は 100 万円～500 万円が 13、500 万円～1 千万円に 7、1 千万円以上には 6 と、岩手県や宮城県に比してやや金額が下がる。これが山形県になると 500 万円あたりを境にそれ以下と 500 万円～1 千万円を超えるところに分解する。福島県ではむしろ 500 万円未満層と 1 千万円以上層とに分かれる傾向にある。1 億円を超える経営体は福島県に存在する。この経営体が何の養殖に取り組んでいるのか不明であるが、従事者 10 人以上の経営体と想定される。

表2-5 過去1年間の販売金額別経営体数（東北）

（単位：経営体）

	計	販売なし	10万円未満	10～30	30～50	50～100	100～300	300～500	500万～1千万	1千万～2千万	2千万～5千万	5千万～1億	1億円以上
東北計	262	10	15	19	15	24	42	30	42	27	25	12	1
青森県	20	–	1	1	–	3	5	5	2	3	–	–	–
岩手県	56	3	1	9	3	7	6	8	5	4	5	5	–
宮城県	30	–	–	–	3	1	5	1	3	4	9	4	–
秋田県	34	1	3	–	1	3	8	5	7	2	3	1	–
山形県	76	4	6	7	5	8	11	6	15	12	2	–	–
福島県	46	2	4	2	3	2	7	5	10	2	6	2	1

(4)東北地方における個人経営体

全国の動向に合わせて、東北地方の個人経営体がどのような実態にあるのか簡単に整理することにしたい。

はじめに専業・兼業についてみると(**表 2-6**)、東北全体では専業が 20.8%、第 2 種兼業が 53.2%であるが、県別では岩手県では第 2 種兼業の割合が 60%に達する。逆に専業比率の高いのが青森県(30.8%)と宮城県(33.3%)である。

ではこの兼業がどのような内容にあるのかというと(表 2-7)、その 7 割から 8 割が漁業以外の自営である。

民宿は全体でも 4 経営体しか取り組んでいない。共同経営への出資従事は岩手県の 2 経営体のみである。雇われには全体の 36.9%(45)が就いており、そのほとんどが漁業以外のその他の仕事への従事(43)である。

次に従事者の性別・年齢構成がどうなっているのかというと(**表 2-8**)、まず約 8 割が男性であるが、青森県と秋田県で女性の割合が 30%を超える。逆に山形県では従事者 364 人のうち 86%が男性である。

年齢では全体に 50 代・60 代中心であるが、20 代～40 代の従事割合の高いのが岩手県で、男性で 30%ほどになっている。宮城県・福島県では 30 代～50 代半数前後を占めている。

表2-6 個人経営体の専業・兼業別経営体割合

（単位：経営体）

	計	専業	兼業 第1種	兼業 第2種
東北計	154	32	40	82
青森県	13	4	4	5
岩手県	30	5	7	18
宮城県	12	4	2	6
秋田県	20	4	7	9
山形県	49	8	15	26
福島県	30	7	5	18

表2-7 兼業経営体の兼業種類（個人経営体）

（単位：経営体）

	計	自営 自家漁業以外の自営	自営 民宿	共同経営に出資従事	雇われ 小計(実数)	雇われ 漁業	雇われ その他
東北計	122	99	4	2	45	5	43
青森県	9	8	1	–	3	2	3
岩手県	25	22	1	2	12	2	11
宮城県	8	7		–	1	–	1
秋田県	16	13	1	–	5	–	5
山形県	41	32	1	–	16	–	16
福島県	23	17	–	–	8	1	7

表2-8 男女別年齢別従事者（個人経営体）

（単位：人）

	男女計	男性 小計	男性 15～29歳	男性 30～49	男性 50～64	男性 65～74	男性 75歳以上	女性 小計	女性 15～29歳	女性 30～49	女性 50～64	女性 65～74	女性 75歳以上
東北計	1,007	794	39	162	334	168	91	213	6	35	105	44	23
青森県	59	41	1	12	11	12	5	18	1	4	9	4	–
岩手県	232	182	13	47	64	36	22	50	1	13	19	7	10
宮城県	84	62	2	23	17	16	4	22	–	5	9	6	2
秋田県	112	76	2	18	30	18	8	36	2	3	23	5	3
山形県	364	313	10	27	165	66	45	51	–	4	30	12	5
福島県	156	120	11	35	47	20	7	36	2	6	15	10	3

小括

国内における内水面養殖業は、総数3,129経営体の73.6%が個人業主である。内訳は65.2%が食用の養殖、観賞用28.2%、種苗用6.1%となっている。営んだ養殖種類をみると、「にじます」を主とする経営体は「その他のます類」を組み合わせ、「こい」「ふな」では食用と種苗用、「あゆ」は食用と種苗用が組み合わされる傾向にある。

従事者総数1万548人のうち40.5%が家族、59.5%が雇用者となるが、1経営体当たりでみた平均従事者数は3.37人である。養殖種類によって雇用者数に差異があり、「あゆ」や「ます類」では雇用者が90%を超える。

養殖経営体の85%ほどが500万円未満で、そのうち販売なしを除いて30%ほどが100万円未満、100万円～500万円が24.2%となり、1億円を超える経営体はわずか5.9%でしかない。これには「ます」類や「あゆ」のような出荷量の多い種類であるか、「うなぎ」「すっぽん」などの単価の高い魚種であるかによると思われる。すなわち、販売金額の低い経営体層は家族と数人の雇用で対応し、他方、販売量の多い種類や単価の高い魚種養殖であれば雇用者も多く、相応の販売金額を上げているといえよう。

個人経営体の約30%が専業で、兼業は70%に上る。その約半数は自家漁業以外の第2種兼業である。また、従事者の70%が男性で、年齢階層では50～60代が半数、30～40代は25%ほどであった。後継者「あり」の個人経営体は21.4%、「なし」が78.6%である。ただし、魚種によって差異が大きく、後継者「あり」の割合が30%以上を超えるのは「あゆ」・「うなぎ」・「海水魚種」(70%)などであった。

東北地方の内水面養殖業262経営体のうち57.8%が個人経営体である。東北全体の従事者は1千人程度で、その71.2%が雇用者である。1経営体当たりの平均は3.84人であった。

また、営んだ養殖種類としては「ます」類養殖が東北地方では圧倒的である。

販売金額別には、販売なしを含む50万円未満が22.5%、50万円～100万円が9.2%、100万円～500万円が27.5%となる。他方で1千万円以上の販売金額を上げている経営体は全体の24.8%である。1億円を超えるのは1経営体のみである。東北地方の養殖経営体は、ほぼ500万円あたりを境に、それ以下の層とそれ以上層とに分かれている傾向にある。

東北の個人経営体は専業20.8%、第2種兼業53.2%、従事者の約8割が男性で年齢階層では50代・60代中心である。

以上のように、養殖種類や食用か種苗用か観賞用かの養殖目的に応じて従事者数も雇用者の割合も異なっており、また販売金額も多様である。市場性のある養殖種類であるか、ある程度量的に生産・供給する種類であれば雇用を生み出し、相応の販売金額を上げていると捉えることができる。また、そうした種類では比較的若い世代も従事している。しかし、経営体としては相対的に兼業が多く中高年齢者が従事している

なお、漁業センサスでは内水面養殖業者が加工販売も行っているのかどうかについての調査項目がないので実態は不明である[5]。殖業者が単に鮮魚や稚苗の生産・供給だけでなく、加工・販売も組み合わせた事業体としてどの程度展開しているのか、リサーチを試みたい[6]。

注

(1)他のセンサス同様、本センサスにおいても公表されない秘匿情報が含まれている（同報告書、7－8頁参照）。

(2)センサス報告書に「その他ます類」の内容についての説明はないが、ヤマメ・アマゴ・イワナ・イトウ・ヒメマスなどが含まれると考えられる(隆島・村井、2005)。

(3)食用および種苗用の「その他」についてセンサス報告書では例示がないが、ドジョウ、ティラピア、モクズガニ、テナガエビ類などが含まれると思われる。

(4)センサス報告書では海水魚種として「ひらめ」が例示されているが、他の例としては、栃木県那珂川町のトラフグ養殖がある。

(5)例えば、ニジマスやイワナ養殖場で提供する焼き魚や刺身などの他、青森県十和田市の十和田湖特産のヒメマスを活用した燻製や岐阜県のアユの燻製や甘露煮などのように、淡水魚を利用した特産品に関する情報は散見される。また、かつて筆者は、福島県の猪苗代湖・檜原湖における淡水漁業について調査し、報告書において漁獲物の加工・販売の実態についても触れている(佐藤、1997)。

(6)なお、東北地方における内水面養殖業の実態に関する事例として、2017年度にヒアリングを実施した2事例と、2019年度に予定している数事例を含む実態調査については別途報告したい。

参考文献

・佐藤利明；1997、「リゾート開発の展開における環境問題と淡水魚業への影響に関する研究」、文部省科学研究費補助金(基盤研究C)研究成果報告書

・隆島史夫・村井衛編；2005、『水産増養殖システム2　淡水魚』、恒星社厚生閣

（2018年2月1日）

Ⅱ　イトウ養殖の現状と課題
－青森県鰺ヶ沢町の事例－

佐藤　利明

はじめに

内水面養殖業は各地で取り組まれ、また、その規模や内容、種類も多様である。近年は淡水魚種のほかにもヒラメなど海水魚の内陸増養殖も盛んに行われるようになった(佐藤、2017)。

内水面養殖魚種の中でも、アングラーからは幻と評されるイトウの養殖に40年以上前から取り組んできたのが青森県鰺ヶ沢町および(旧)岩崎村(現、深浦町)である[1]。

ここでは、鰺ヶ沢町におけるイトウ養殖の展開と現状について、ヒアリングを基にまとめることにする[2]。

1.鰺ヶ沢町の概況

青森県鰺ヶ沢町は総面積343.08㎢、日本海に面する漁業と農業の町である(**図1**)。世界自然遺産の白神山地を有している(占有率27.4%)ことから河川水に恵まれている。古くから日本海交易の中継地として知られ、西回り航路の津軽藩の拠点として繁栄を誇ってきた。

図1　鰺ヶ沢町の位置

資料：鰺ヶ沢町概要データより。

2015年の国勢調査によれば、総人口は10,126人、3,851世帯、高齢化率39.8%で、人口の減少と高齢化が進んできた。

2015年の就業者総数4,672人のうち、第1次産業22.4%、第2次産業18.0%、第3次産業39.8%となり、2014年の町内総生産257億5,500万円のうち第1次産業が7.6%、第2次産業12.2%、第3次産業80.2%となっている。

2015年の観光客入込は68万4千人ほどで、近年はほぼ横ばいにある[3]。

漁業の町ならではの漁獲海産物が町の特産であるが、ヒラメのヅケ丼のほか各種イトウ料理が町内の宿泊施設・料理店で提供されている。

2.鰺ヶ沢町におけるイトウ養殖の展開

2.1 イトウ養殖の沿革

鰺ヶ沢町のイトウ養殖は1985年頃に始まる。

当時、水産商工観光課長であった故・長谷川兼己氏(後の町長)が青森短期大学の三上孝三講師からイトウ養殖の取り組みの申し出を受けたのがその後のイトウ養殖の途に発展する(**表1**)。

着手の動機は希少性であったという。当時すでに各地でイワナ、ヤマメ、ニジマスの養殖に取り組まれており、鰺ヶ沢町でもサケ・マス養殖を手掛けていた。三上講師から4年魚130尾を譲り受け、赤石川のふ化場で試験養殖を開始する。

翌年、人工授精に成功しイトウのふ化が確認されるが、親魚も含めすべてへい

表1　イトウ養殖事業の沿革

年	月	事業内容	備考
1985	11	・三上孝三氏（青森短期大学講師）より4年魚130尾譲り受け。 ・赤石川さけますふ化場で試験飼育開始。	
1987	4 7 8	・人工授精の実施。ふ化の確認（5月）。 ・稚魚（2ヶ月）および親魚がへい死。 ・イトウ養殖場の建設着手。	
1988	4 10	・岩崎村（現・深浦町）より7年魚40尾を受領。 ・イトウ養殖場竣工。	総事業費4,323万円
1989	4	・イトウ養殖場設置条例の制定。 ・赤石水産漁協へ管理業務の委託。 ・町内飲食店にイトウを初出荷。	
1990	12	・給水井戸の整備。	総事業費1,783.8万円 ：給水井（2基）、ポンプ（3基）、曝気槽（1基）ほか。
1993		・この年の出荷数3,400尾（4～6年魚）。	販売額1,600万円。
1996	5	・別系統の交配のため、ロシアサハリン州より天然魚の受精卵を移入。	
1998	11	・飼育池の増設等の整備。	総事業費3,105.9万円 ：水槽6面、倉庫1棟、取水管交換など。
2009		・赤石水産漁協との管理委託業務を解除。	
2010	4	・町直営の管理運営に移行。 ・独立採算を図るため、水産業振興事業特別会計を設置。	アユ養殖事業、イトウ養殖事業。
2015		・販売促進のため「むつ小川原産業プロジェクト支援事業」の支援を受ける。	

資料：鰺ヶ沢町農林水産課資料より作成。

死する。そこでイトウ専用の養殖場建設に着手することとなる。国と県からの補助金を受け総事業費4,323万円で、円形30t水槽15面、ふ化槽2基、管理棟1棟、取水施設などを整備したのが1988年である。

イトウの全滅により鰺ヶ沢町とともに三上講師に勧められて養殖を手がけていた旧岩崎村から親魚となる成魚を譲り受け、赤石水産漁協に管理業務を委託して本格的な養殖事業を再スタートさせた。

翌年には町内飲食店に初出荷する運びとなる。さらに、稚魚の安定生産のための施設整備を進めることで出荷は順調に伸び、1993年には3,400尾、販売額1,600万円に達する。

しかし、自家採卵によるふ化は魚体の小型化など形質の弱体化を招くことから、1996年にロシア・サハリン州より天然魚の受精卵を移入して別系統の交配を進め、養殖の安定化を図った。加えて、1998年には総事業費3,105.9万円で水槽6面、倉庫1棟、取水管交換など飼育施設の充実を図る。

その後、2009年には赤石水産漁協との管理委託業務を解除し、町の直営事業として独立採算を目指してアユ増殖事業とともにイトウの養殖に取り組むこととした。2015年にはイトウの特性を活かした販売促進を展開するため「むつ小川原産業プロジェクト支援事業」の支援を受けて現在に至る。

2.2 養殖安定化の取り組み

鰺ヶ沢町のイトウ養殖は順調に事業展開したわけではなかった。

スタートして2年目に人工ふ化に成功するも、稚魚・親魚すべてがへい死する。原因はサケ・マス養殖池の供用と水質による病気の発症と考えられ、新しい養殖場は赤石川本流からの取水ではなく、支流の佐内川からとした。水温が低いので

養殖に適していること、沢の上流に人家も耕地もないことで水質が良好であるのが理由であった。併せて養殖の安定化のため、当時イトウ研究の実績を持つ北海道大学からアドバイスを受けた。

取水施設の増設、給水井の確保、曝気槽の設置など飼育環境を整えることで安定的な生産を実現してきた。

イトウに発症する病気としては冷水病と水カビによるものであるため、その対策に青森県内水面研究所の指導と助言を受けて、薬を投与しまた塩水浴を行う対策を施している。また、飼育池の定期的な清掃を行うとともに、降雨増水後に流入する枯葉等の除去と泥上げ作業を徹底することで生育環境の保持を図っている。

人工ふ化した後、稚魚槽では約 1 万尾を飼育しているものの、これをすべて飼育池に移して成魚にするわけではない。成長の遅れなどを見極めて 1、2 年魚の段階で間引く必要がある。

さらに、出荷したイトウが刺身で提供できるよう寄生虫を防ぎかつまた成長を促すため、生餌ではなく配合飼料を与えている。イトウはイワナ、ヤマメと同様に本来は白身魚であるが、飼料にエビ粉末を混ぜることでサーモンピンクに色揚げする工夫も行っているという(4)。

2.3.養殖施設の概要

現在の養殖施設は以下の通りである(**写真 1**)。

管理棟(1 棟)・倉庫(1 棟)
飼育池
　円形 30t 水槽：15 面(直径 6m・深さ 1.3m)
　同 23t 水槽：6 面(直径 6m・深さ 1.2m)
取水工
　取水管：6 本(直径 200mm・延長 6m)
　導水管：1 本(直径 350 mm・257m)
給水井：2 基(直径 350mm・深さ 20m)
発電機(1 基)・給水ポンプ
(事業概要より)

1988 年に整備した際、飼育池は 30t 池 15 面のみであったが、1998 年には 23t 水槽 6 面を増設して飼育規模の拡大を図った。また、1990 年に稚魚の安定的生産を実現するため、給水井 2 基、曝気槽 1 基を設置している。

写真 1　鰺ヶ沢町のイトウ養殖場

2.4.施設管理と技術継承

赤石水産漁協の管理委託から町の直営に移行した当初、養殖場の維持管理に臨時職員を 3 名雇用していたが、人件費コスト削減から現在では 2 名である。しかし、養殖技術の継承のため、年配者と若者を組み合わせる体制を採っている。

3.生産と出荷・販売

現在、飼育池では約 6,000 尾、屋内水槽で稚魚 1 万尾を飼育している。出荷・販売のサイズは 40～50cm、1.0～1.5kg の 4～5 年魚であるが、出荷には 3 年魚を保持する必要があるので 2,000 尾を目途として適切な数量維持のサイクルで飼育している。

しかし、販売単価が 1 尾あたり 5,000 円～6,000 円となるため一般個人で買える値段ではないうえ、魚体サイズからすると処理しきれないこともあり、業者への出荷が主となっている(**写真 2**)。

業者からの注文を受けると活締め鮮魚で出荷する。主な販売先は、町内のホテル・旅館・飲食店が約 70%を占め、町外としては青森県内、県外がそれぞれ 15%ほどとなっている。

近年の出荷は**表 2** の通りである。

写真 2　出荷サイズのイトウ

表2　イトウの出荷状況

年次	出荷数（尾）	出荷総重量（kg）		販売収入（円）	
			1尾当り		1尾当り
2014（H26）	1,896	2,002.9	1,056.4	7,802,211	4,115
2015（H27）	2,469	1,928.3	781.0	7,484,452	3,031
2016（H28）	2,079	1,930.0	928.3	7,370,958	3,545

資料：鰺ヶ沢町農林水産課資料より作成。

2014 年度は出荷数が 2 千尾を下回ったが、重量が 1 尾当たり 1kg を超えていたことから販売収入も 1 尾当たり 4 千円を超え、したがって管理運営費からみた収支も約 34 万円の黒字となった。

しかし、2015 年、2016 年度は出荷数こそ 2014 年度を上回ったものの、1 尾当たりの収入は 4 千円を大きく下回り、収支では 2015 年度が 128 万円のマイナス、2016 年度は 89 万円のマイナスとなっている。

現在、イトウは鮮魚出荷のみである。町の特産品としての加工・製品化は行われていないが、以前に模索を試みたことがあった。

間引いた 1、2 年魚の利活用策を漁協女性部に持ち掛けた。昆布巻きやつくだ煮の加工品を検討したが、漁協女性部は高齢化のためもあって構成メンバーが減っていることから継続的な加工生産は無理であるとのことで断念した。

4.学校教育との連携

イトウ養殖事業と学校教育との連携は特にはない。ふるさと学習の一環で、自分の興味のあるテーマを選んだ生徒が見学に来ることはあるものの、イトウ養殖に関連しての淡水魚学習や環境学習などに特化した授業として町内小・中学校のカリキュラムに位置づけはなされていない。稀に、中学・高校生の就業体験として、養殖場を訪れることがある程度である。

おわりに

鰺ヶ沢町ではイトウ養殖を地域ブランドとしてアピールするが(**資料**)、地域産業というほどの生産規模と売上にはつながってはいないのが現状である。

このことは地域雇用にも結び付いていない。現在の施設規模からすれば適正管理かどうかは置くとしても、2 人で対応可能な状況であろう。売上が上がれば管理者増員のコスト・パーフォンマンスも検討され得るが、同時にそれは生産規模拡大とのジレンマにも直面する。

しかし、現在、栽培・管理技術の世代的継承を図っていることは評価される。

イトウの市場性をどのように拡大し定着させるかの課題は、鮮魚出荷のみの現段階から如何にして次にステップアップするかに関わるが、それには地域産業化の可能性と地元雇用、とりわけ若者層の取り込みを如何に実現するかという自治体としての総体的・全体的な地域課題が浮上してくる(5)。

今日、天然もののイトウは国内では北海道にしか生息していない。養殖ではあるものの、鰺ヶ沢町と深浦町を除いて他の地域に類を見ない稀少魚類をさらに強調することが可能ではなかろうか。

注

(1)イトウはサケ科イトウ属に属し、かつては青森県にも生息していたが、現在は北海道のみに分布する。環境庁レッドリストで絶滅危惧種ⅠB 類にランクされる。1m を超え、サケ科魚類の原始的形態を残すといわれる。産卵期は春で、雄で 4～5 年、雌で 6～8 年で成魚となる。10 数年生きて繰り返し産卵する多回産卵魚である(隆島・村井、2005)。

(2)鰺ヶ沢町でのヒアリングと現地調査は 2017 年 11 月 24 日に実施した。鰺ヶ沢町農林水産課水産班の清野守班長および加藤信行主幹から情報を提供していただき、また、養殖施設の視察にも便宜を図っていただいた。記して謝意を表する次第である。

(3)以上、鰺ヶ沢町役場概要データより。

(4)養殖施設を管理する職員によると、飼育池に昆虫や虫が落ちてもイトウは捕食しないでじゃれるだけだという。

(5)イトウ料理としてお造りの他に、マリネ、味噌焼き、アラ煮、パイ包み焼き、ムニエルなど、町内飲食店では様々工夫を凝らしてアピールしているが、予約制であることが多い。

参考文献

・佐藤利明；2018、「内水面養殖業に関する統計分析－全国の趨勢と東北地方の実態－」(石巻専修大学「私立大学研究ブランディング事業」・報告書)

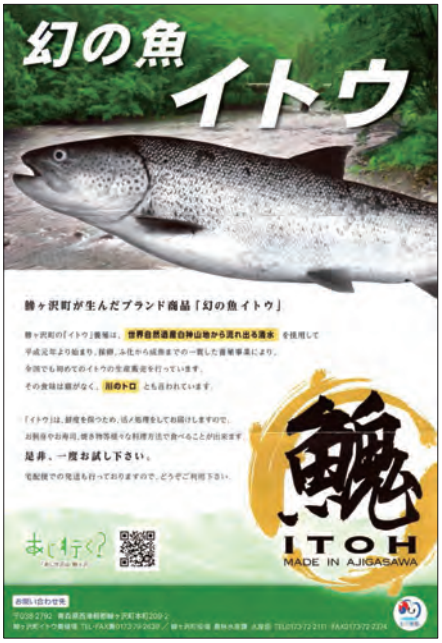
・隆島史夫・村井衛編；2005、『水産増養殖システム 2　淡水魚』、恒星社厚生閣

付記

写真 1～3 は筆者の撮影による。

写真 3　イトウのお造り

[資料]イトウPRのチラシ



（提供：鰺ヶ沢町農林水産課）

Ⅲ　オニテナガエビ養殖の事業化構想
－青森県十和田市 Y.M 氏の事例－

佐藤 利明

はじめに

内水面養殖で取り組まれる種類は、食用であれ観賞用、種苗用であれ魚類が一般的であるが、一部ではエビ・カニ等の甲殻類も試みられている(佐藤、2018)。

15 年ほど前には減反政策による休耕田の有効活用策として、上海ガニの養殖が各地で行われた[1]。岩手県一関市川崎町では、河川放流と郷土食の食材としてモクズガニの養殖に取り組まれている[2]。

青森県十和田市在住の Y.M氏は、釣り堀レジャーと食の提供にオニテナガエビ養殖を計画している[3]。

Y.M 氏が構想するオニテナガエビ養殖とはどのような内容なのか、2017 年 9 月 6 日に実施したヒアリングに基づいて、その事業構想をまとめてみたい。Y.M 氏は事業の実現をめざしてオニテナガエビの試験的養殖に成功している。

1. 養殖開始のきっかけ

Y.M 氏が計画するオニテナガエビ養殖自体はすでに国内各地で行われており、その技術的なノウ・ハウもそれなりに確立されている(隆島・村井、2005)。

Y.M 氏がオニテナガエビ養殖の導入を決断したのは、種々養殖について調べる中、弘前市ですでにオニテナガエビ養殖に取り組まれている先行事例のあることを知ったことがきっかけであったという。そこで相馬えび等養殖生産組合に出かけ、組合長の Y 氏から教えを受けた。

この相馬えび等養殖生産組合はオニテナガエビの他にニジマスとイワナも養殖している釣り堀としてのレジャー施設である。客の釣り上げたニジマス・イワナの料理も提供する。4 月下旬から 9 月中の週末・祝日の営業である。

オニテナガエビの施設は直径 6m、深さ 70cm の円形水槽で、屋根をかけた釣り堀形式となっている。青森県と弘前市の補助で 1 億 4 千万ほどの事業で建設したという。エビにはニジマス用の餌を与えて養殖し、成体を放流した池で引っ掛けて釣り上げる。

2.試験養殖の成功

Y.M 氏の生家は青森県東北町で温泉旅館を経営しており、父親は温泉水を利用して養殖したティラピアを宿泊客の食事に提供していた。Y.M 氏はこの温泉水で養殖できる他のものを探していたのである。そこで行き着いたのがオニテナガエビであった[4]。

温泉の温度は 28～9 度で、単純泉に近い弱い塩化泉、pH は 8.2 くらいである。温泉水は汲み上げ式なので電気代がかかる。

Y.M 氏は 2011 年 6 月に Y 氏から抱卵したエビを 4 匹譲り受け、コンパネ 4 つにビニールシートをかけて飼育してみた。すると、翌年 4 月には全部孵化し、約 10 万匹のゾエアを得ることができたが、1 か月後には 200 匹しか生き残れなかった。

その後、本格養殖の下準備と養殖技術を上げるためふ化と生育の施設を整備する。以前の仕事が土木建設関係であったことから、自前でコンクリートを打って養殖水槽を作り上げた(**写真 1**)。

水槽の深さは約 1m、長さ 6m ほどの楕

写真 1　養殖水槽

円形で中仕切りを作って温泉水を回流させる構造にし、エビが付着しやすい工夫も考案した。

生育期間は抱卵してゾエアまで 3 週間ほどであり、この間は安静にしておく必要がある。約 26 日で 1 センチくらいのホストラーバになる。それから 10 センチくらいになるのに個体差があるので 3 か月から 8 か月かかる。体長が 20cm ほどに育つと食べ頃である。1 万 5 千匹のゾエアで 95%までの確度を得ているという。

餌はニジマス用の配合飼料を使用するが、値段の高いのが難点であるという。タンパク質が 40%以上であるが、エビでは 25%ほどで良いことがわかった。1 袋 6 千円で、15～20 g にすると、1 グラムあたり 0.3 円。これを 30 グラムでは 10 円の計算になり、飼料効率は 1.2 倍となるという。しかし、エビは共喰いがあるので歩留まりは 50～70%程度である。

なお、近親交配による影響については不明であるという。

実際に本格養殖するとなると、コストを抑えるために餌の工夫が必要となる。そこで Y.M 氏はくず米を加工して使うことと、生餌にミミズを与えることを構想している。

3.本格養殖の構想

Y.M 氏はヒアリング実施の 1 カ月前、お盆の際に実験的に釣り堀を 4 日間やってみた。エサ釣りではなく針に引っ掛けるやり方であったが、とりわけ子ども達には好評であったという。

本格的に養殖と釣り掘りの営業のためには増殖用の大型プールが必要なので、これから工事に取り掛かる予定であるという。これも自分一人で造成が可能である。しかし、営業するとなると、客に提供するためにはエビの選別が必要になること、生育して大きくなるのに 1 か月かかるので、順繰りに供するしくみを作らなければという。

Y.M 氏の試算では、日本に入ってきている冷凍エビは 1 匹 50 円くらい、生エビで 200 円ほど、車エビでは生なら 400 円ほどであるので、オニテナガエビは 2 匹で 500 円とし、釣ったエビを料理して提供することでプラスアルファの収入を期待する。スタッフの雇用としては、養殖関係に 1 人、釣り堀に 2 人、料理には 2 人を配置するが、人件費をかけてもペイするのではないかという。

客層としては近くの三沢米軍基地関係のアメリカ人がねらい目である。というのも、ハワイではエビがガーリックシュリンクとして売られており、アメリカ人にとってなじみ深いのでは、との目算がある。

さらに八戸市と青森市を結ぶ第二みちのく道路が延長建設中で、実家近くには十和田湖にアクセスする I.C ができる予定なので、十和田湖に来る観光・行楽客も期待できるという。

近年は東南アジアや中国・台湾からの客が多いので、それもターゲットとして考えているという。

おわりに

Y.M 氏へのヒアリングは事業の構想段階で実施したのであるが、オニテナガエビ養殖については先例から学びつつ独自に工夫を凝らし、試験養殖に成功していた。

事業それ自体の成否は置くとして、エビの生態を踏まえた養殖施設を整備し、養殖技術としては確立しているといえよう。それもあってか、Y.M 氏の指導・助言で福島県福島市土湯でも温泉を利用してのオニテナガエビ養殖に取り組み、地域ブランド化を目指していると報道されている[5]。

注

(1)例えば、2001 年 10 月 27 日付『福島民報』、2002 年 5 月 17 日付『山形新聞』など。これら地域では、現在は取り組まれていない。

(2)川崎町のモクズガニ養殖は 30 年になる。北上川に稚ガニを放流して資源保護を図っている(2006 年 1 月 15 日付『朝日新聞』岩手版)。また、地元主婦たちによる農家レストランでは地域の伝統食「かにばっと」を提供する(一関市『広報いちのせき』2016 年 6 月 1 日)。

(3)2017 年 2 月 14 日付『東奥日報』による。

(4) 隆島・村井(2005)によれば、生育の適温は 25～30℃であり、また、単独養殖の他にティラピアやコイなどと混養することで養殖池の環境が安定し、エビの生産性が向上するという。このことについて Y.M 氏はコメントしなかったが、試験養殖池の奥ではティラピアが養殖されており、温泉水排水路にもティラピアの稚魚が見受けられた。

(5)2016 年 5 月 21 日付『福島民報』による。

参考文献

・佐藤利明；2018、「内水面養殖業に関する統計分析－全国の趨勢と東北地方の実態－」(石巻専修大学「私立大学研究ブランディング事業」・報告書)

・隆島史夫・村井衛編；2005、『水産増養殖システム 2　淡水魚』、恒星社厚生閣

付記

写真は筆者の撮影による。

Ⅳ　「内水面養殖業」に関する高校生の意識
－アンケート結果から－

佐藤 利明

はじめに

若い世代が「内水面養殖業」についてどう認識しているのかを把握するため、宮城県内の高校生を対象にアンケートを実施した。

実施概要は以下の通りである。

実施期間：2018 年 6 月中旬～下旬
実施方法：自記式アンケート
実施対象：県内高校 3 校
　水産高校 1 校(A)
　農業高校 1 校(B)
　普通科高校 1 校(C)
対象者数および有効回答数：
　A 高校…(対象)28、(有効票)28
　B 高校…(対象)40、(有効票)40
　C 高校…(対象)22、(有効票)22
　※回収率および有効回答率は 100%。

対象校選定の理由は、A 高校については本研究のテーマに近い性格の学校であること、B 高校および C 高校は内陸部に位置していることから、内水面漁業についての高校生の意識を一般化できるのではないかと想定したからである。

なお、一般向けアンケートも実施したが、有効票が 27 票(有効回答率 68.9%)と少数であったので、巻末に参考として示すことにする。

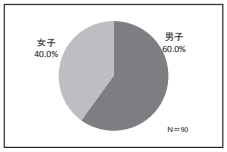


図 1　回答者の性別

1.回答高校生の内訳

回答数 90 名の男女内訳は、男子 60.0%(54 名)、女子 40.0%(36 名)であった(**図 1**)。

高校別では、A 高校・男子 35.0%、女子 65.0%、B 高校・男子 82.1%、女子 17.9%、C 高校・男子 77.3%、女子 22.7%となり、全体ではほぼバランスが取れているが、B 高校および C 高校は男子生徒が多数を占めている。

なお、回答高校生の保護者の職業としては会社等への勤めが 60%ほどを占め、農業・漁業は 15%ほどであった。

2.内水面漁業および内水面養殖業の認識

2.1　内水面漁業について

質問項目としては、初めに「内水面漁業」について、次いで、「養殖漁業」、そして「内水面養殖業」の認識を問うという段階設定にした。

内水面漁業について全体では「知っている」が 20.0%である(**図 2**)。男女別では、男子で「知っている」のは 25.9%であったのに対し、女子は 11.1%であった。

高校別では、B 高校は 53.6%が「知っている」と回答したが、A 高校で「知っている」のは 7.5%、C 高校は全員が「知らない」と回答した。

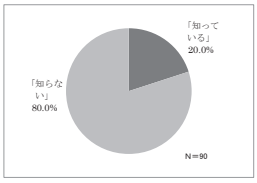


図 2　内水面漁業について

2.2　養殖漁業について

次に、一般的な「養殖漁業」について聞くと、全体では 87.8%が「知っている」と回答し、男女別でも男子 83.3%、女子 94.4%が「知っている」とした。高校別でも同様の傾向になり、A 高校では 90.0%が認識している。

2.3　内水面養殖業について

では、「内水面養殖業」について尋ねたところ、全体では「知っている」が 11.4%で、84.8%が「知らない」と回答した(図 3)。

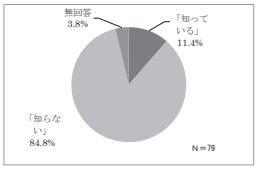


図 3　内水面養殖業について(全体)

男子では 13.3%、女子では 8.8%が「知っている」と回答した。

高校別にみると、「知っている」とする割合の高かったのが B 高校で 33.3%になった(図 4)。A 高校では「知っている」のはわずか 2.8%(図 5)、C 高校は先の内水面漁業と同様に全員が「知らない」と回答している。

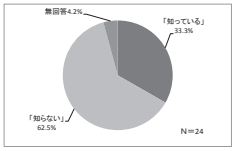


図 4　内水面養殖業について(B 高校)

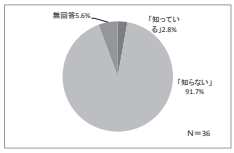


図 5　内水面養殖業について(A 高校)

2.4　内水面養殖業の魚種

この「知っている」11.4%(9 名)に対し養殖されている魚種をいくつでも挙げてもらったところ、コイ(5 名)、ウナギ(4 名)、金魚(2 名)、ニジマス(2 名)となり、他にはサケ・フナ・ナマズ・ヤマメ・ティラピアが挙げられた。1 名はカキとホタテを挙げているので海面養殖と混同していたと思われる。

このうち食べたことのあるものについて挙げてもらうと、ウナギ(3 名)、コイ・ニジマス・ヤマメが各 1 名となり、海面養殖と混同した 1 名は同様にカキ・ホタテを挙げている[注]。

3.就業意識

3.1　雇用の誘いについて

もし内水面養殖業を行っている事業体から「雇用の誘い」があったらどうするかを尋ねた(図 6)。

「働いてもよい」とする回答は全体で 8.9%、働くことは「考えない」が 25.6%、「考えてみる」が 31.1%、「わからない」34.4%という結果になった。

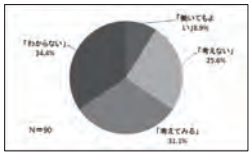


図 6　雇用の誘い(全体)

これを男女別でみると(図 7・8)、「働いてもよい」とする男子は 11.1%、女子では 5.6%であるが、「考えてみる」は男子 35.2%、女子 25.0%となる。働くことは「考えない」とするのは男女ともに 25%ほどである。「わからない」との回答は、男子で 27.8%、女子は 44.4%であった。

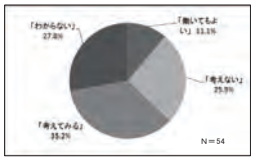


図 7　雇用の誘い(男子)

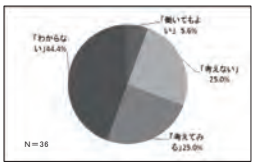


図 8　雇用の誘い(女子)

高校別では、「働いてもよい」が A 高校 5.0%、B 高校 14.3%、C 高校 9.1%、「考えない」は A 高校 27.5%、B 高校 28.6%、C 高校 18.2%である。「考えてみる」では A 高校 30.0%、B 高校 46.4%、C 高校 13.6%となるが、「わからない」とするのは A 高校 37.5%、B 高校 10.7%、C 高校 59.1%というように、高校による差異が大きい(図 9・10・11)。

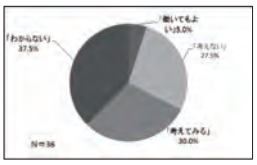


図 9　雇用の誘い(A 高校)

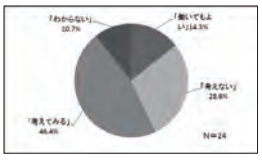


図 10　雇用の誘い(B 高校)

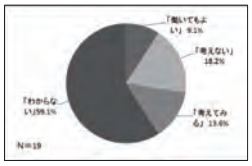


図 11　雇用の誘い(C 高校)

3.2　働く理由

「働いてもよい」との回答者(8.9%・8 名)にその理由について選択肢の中から 3 つまで挙げてもらった。

まず、「面白そうだから」が 6 名(男子 4・女子 2)、「自然とかかわれる仕事だから」3 名(男子のみ)、仕事として「挑戦してみたい」2 名(男女各 1)、「生き物を扱うから」が 2 名(男子のみ)、「工夫次第で可能性ある」仕事だから 2 名(男子)、「儲かりそう」1 名(女子)、「将来性がある」1 名(男子)となった。

4.おわりに

以上、簡単なアンケートではあるが、内水面養殖漁業についての高校生の認識の一端を把握することができた。

数量的にそう多くはなく、かつ対象校も限定的であるので結果についての一般化には慎重を要するが、高校生の内水面養殖業についてはやや低い認識にあり、その傾向はとりわけ女子に顕著である。

「養殖業」について多くの高校生は知ってはいるものの、それは多分に海面養殖のことであり、ましてや内水面養殖で取り組まれている魚種についてはかなり限定的な理解にある。

こうした認識は当然ながら「雇用」にも反映され、90%が「働くこと」を意識してはいない。

総じて、高校生の内水面養殖漁業に関する知見は著しく低いと捉えられる。

注：内水面養殖の種類や養殖魚種については佐藤（2018、「内水面養殖業に関する統計分析－全国の趨勢と東北地方の実態－」、私立大学研究プランディング事業・報告書）を参照。

[参考]

一般向けアンケートは 2018 年 7 月に道の駅・上品の郷(石巻市)で実施した。

有効回答数 27 票の内訳は、男性 15 名、女性 12 名、80%が 50 代から 60 代、県内居住者 9 名、県外者 13 名であった。

「養殖漁業」について 25 名(92.6%)が知ってはいても、「内水面漁業」は 19 名(70.4%)が知らず、「内水面養殖業」は 21 名(77.8%)が「聞いたことがない」と回答した。

内水面養殖業を「知っている」と回答した 6 名に養殖されている魚種を尋ねると、アユ(2 名)、ヤマメ(2 名)、イワナ・ニジマス・ドジョウ・サケなどが挙げられた。

では実際に食したことのあるものはというと、イワナ(2 名)、ヤマメ・サケ、食したことがないのも 1 名いた。

雇用の誘いには 19 名(70.4%)が「考えない」とする。雇用されることを考えてもよいとする 4 名の理由としては、「無職だったら」「使ってくれるなら」「条件次第」などが寄せられた。

かなり限られたアンケートではあるが、一般的にも内水面養殖業がそう認識されてはいないという傾向が示された。養殖魚種の種類も非常に限られ、ましてや食した経験も乏しいという結果になった。

内水面漁業と環境教育プログラムの事例に関する報告

2019 年 1 月

佐藤　利明

（第 3 研究グループ）

目　　次

Ⅰ　淡水魚水族館と河川環境の体験
－岐阜県・河川環境楽園の事例－　・・・・・・・・・・・・・・・・1

Ⅱ　見る・触る・実験する
－静岡県・浜名湖体験学習施設ウォットの事例－　・・・・・・・・9

Ⅲ　湖と人のかかわりを学ぶ
－滋賀県・琵琶湖博物館の事例－　・・・・・・・・・・・・・・・15

Ⅰ　淡水魚水族館と河川環境学習
－岐阜県・河川環境楽園の事例－

佐藤　利明

はじめに

岐阜県の河川環境楽園は、濃尾平野を潤して伊勢湾に注ぐ木曽川・長良川・揖斐川の流域に設定された国営木曽三川公園の 13 拠点の中の 1 つである。

各務原市にある河川環境楽園には、木曽川水園・自然発見館、水辺共生体験館、自然共生研究センター、岐阜県水産試験所、世界淡水魚園「オアシスパーク」、世界淡水魚園水族館「アクア・トトぎふ」の各施設が併設されている（**資料 1**）。その他に、オアシスパークにはさかなの遊具、オアシスホイール（大観覧車）、レストラン・みやげ売り場があり、隣接して、各務原アウトドアフィールドの遊園施設などもある。

このうち環境教育・学習に係るのは、木曽川水園・自然発見館、水辺共生体験館、世界淡水魚園「オアシスパーク」、世界淡水魚園水族館「アクア・トトぎふ」である[1]。

1. 環境教育関連施設の概要

（1）木曽川水園

木曽川北派川より取水し、渓流、中流、下流の川の自然景観を再現して体験空間を創出している。

渓流域には滝や渓谷、吊り橋を配し、中流域は水車小屋、農家や棚田のある景観が配置され、河原遊びや池でハリヨ観察ができる（**写真 1**）。下流ではビオトープや輪中が再現され、木舟遊覧を楽しむことができる。

上流域の林では野鳥の観察や写真撮影を楽しむことができ、下流にはカモなどの水鳥が群れている。年間を通じて林地に植栽された樹木や山野草の観察のできるエリアとなっている。

写真 1　中流域の景観

（2）自然発見館

自然発見館（**写真 2**）では、川の自然環境・生態の学習のための環境教育プログラムが用意されている。専門指導員のアドバイスを受けながら実験・体験のできる各種体験プログラムが用意され、指導員のもとで環境学習や観察、工作などが楽しめる。

写真 2　自然発見館の看板

（3）水辺共生体験館

河川の保全と整備について、パネルや模型などを通して河川環境学習のできる施設が水辺共生体験館である。セミナールームのほか学習室、映像室、ワークショップ・ルームなどが開設されている。

（4）世界淡水魚園水族館「アクア・トトぎふ」

長良川水系に生息する淡水魚を中心に、アマゾン川やメコン川など国外の淡水魚も水槽から観察できる。

4 階構造になっており、最上階は長良川源流部から上流部の魚類、クロサンショウウオなどの両生類、サワガニなど甲殻類、3 階は中流域から河口までのアユやアマゴなどの魚類、オオサンショウウオなどの両生類、コツメカワウソ・カルガモなど水辺に生息する生物が展示されている（**写真 3**）。

2 階がメコン川、1 階がアマゾン川の魚類を中心にした展示である。

写真 3　中流部の解説

（5）その他の施設

園内にはほかに岐阜県水産研究所（**写真 4**）、オアシスパークが併設されている。

岐阜県水産研究所は 2005（平成 17）年、それまでの水産試験場を岐阜県河川環境研究所に改称して現在地に新設され、さらに 2014（平成 26）に名称に変更して現在に至る（同所ＨＰより）。

同研究所は「人と魚が共存する豊かな水域環境の創出と水産業の振興」を基本目標に、アユやアマゴなどの漁業資源の増養殖技術、ウシモツゴなど希少魚類の保護繁殖、アマゴ・ニジマスなどの優良系統の育種の研究・普及活動を行っている。また、環境教育に係る活動も行われている。

写真 4　水産研究所

オアシスパークは遊具や遊び場のほか、大観覧車、バーベキュー広場、屋台村、食堂、みやげ物店など家族で楽しめる遊園地になっている。

2. 河川環境楽園における環境学習

（1）自然発見館の環境学習

自然発見館では、玄関ホールに体験学習で創作した作品やイベント等の案内（**写真 5**）、写真パネル、淡水魚のミニ水槽などが置かれ、学習スペースとして 4 つの工房が設定されている（**図 1**）。

体験工房はハンズオン型の展示と教材から直接学習するコーナーである。実験工房はガス・水道・電気を利用し、道具

写真 5　プログラムの案内

や教材の使用を通して実験のできるプログラム型のコーナーであり、グループでの学習に対応可能である。創作工房では多人数でワークショップ方式での研修・学習プログラムが用意されている。発見工房は目的に応じて室内の変更ができ、研修会や講座などに対応するプログラムで構成される。各工房はいずれも 30 名から 50 名の定員となっている。

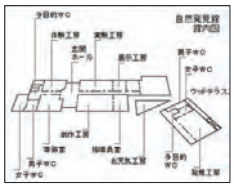


図 1　自然発見館館内図

（国営基礎三川公園ＨＰより）

いずれも小・中学生、高校生のほかに親子で参加できるプログラムが 40 ほど用意されているが、2017（平成 29）年度のプログラムでは（**資料 2**）、せっけんやカード・蜜ろうそく・ドロだんごづくりなどの「クラフト系」、水生生物ウオッチング・川のいきものさがし・昆虫観察などの「観察＆実験系」、環境問題や生物生態などの学習を進める「ワークショップ系」、そして、「アクア・トトぎふ」と合同での川魚の生態マップづくりなどの 4 プログラムで構成されている。参加費は学校団体で 200 円～600 円ほどである。

このほかに幼児のために、木のペンダントづくり、しぜんであそぶ、ザリガニとともだちなど、年齢・発達段階に合わせて五感を使って自然と親しむ 10 プログラムが用意されている。

環境教育プログラムは、小・中学校における教科の単元に関連付けられて設定されている（**資料 3**）。内水面に関連するテーマの一部を紹介すると、

・ザリガニウオッチング
　（科目）生活・国語・理科
　（学年）1 年生：「こうていをたんけんしよう」「しらせたいな、見せたいな」
　　2 年生：「生きものはっけん」
　　※3・4 年生は省略。
・川の生きものさがし体験
　（科目）生活・国語・理科
　（学年）3 年生：「しぜんのかんさつをしよう」
　　6 年生：「生き物は円柱形」
　　※1・2・4・5 年生は省略。
・今、そこにある危機
　（科目）国語・社会・理科
　（学年）中学校：「生物の生活とつながり」
　　※小学校 3・5・6 年生は省略。

さらに、「自然発見の出張講座」として指導員が学校、公民館などへ出かけてプログラム体験を行う。

・「川の水をしらべよう～水質調査入門～」
（対象年齢）小 1～
（出張料金）1 万円
（材料費）100 円/名
・「川を汚したのは誰？」
（対象年齢）小 3～
（出張料金）1 万円

また、教員および指導者向けの講座も用意されている[2]。

・「自然体験」講座その 1
　（テーマ）「教室でできる活動」
　（時間）1～2 時間
・「自然体験」講座その 2
　（テーマ）「校庭でできる活動」
　（時間）1～2 時間

成人向けの焼き物工作教室も開催されている（**写真 6**）。

写真 6　成人向け体験教室

（2）水辺共生体験館の環境学習

水辺共生体験館は、「川の環境にふれる」「川の知識をまなぶ」「川の情報をあつめる」「川での活動をささえる」という 4 つのコンセプトで河川及び河川環境を体験・学習できる施設である。

中央の上流から下流に至る川のジオラマを挟んで、一方の側に川と景観の映像ルーム、ワークショップエリア、木曽三川情報交流スクエア、ライブラリースクエアがあり、他方にはセミナールームという館内構成になっている（**写真 7**）。

写真 7　館内のインフォーメーション

ワークショップエリアでは川の科学・生態系などを実験プログラムから学ぶことができ、木曽三川情報交流スクエアには濃尾平野の空中写真が床に貼り巡らされて、木曽川・長良川・揖斐川の流域全体を視覚的に概観できる。

写真 8 はライブラリースクエアの室内である。河川環境や生態系に関する文献や雑誌などを自由に閲覧でき、環境や水生生物の学習ができるスペースとなっている。

また、水を循環させた長さ 25m、幅 5m の実験水路も併設されており、観察窓を通して水中の魚類を直接観察できる。

写真 8　ライブラリースクエア

（3）「アクア・トトぎふ」の環境学習

「アクア・トトぎふ」は淡水魚の水族館であるが、生息環境を模した水槽を通して魚族や水生生物などの生態観察ができる。

2 階のメコン川、1 階のアマゾン川の魚類展示は大半が水槽観察であるが、4 階・3 階の長良川源流・上流・中流・河口の展示は森や滝などを配しているので、生息環境それ自体の学習が可能である（**写真 9**）。

写真 9　サツキマス･アマゴの滝壺水槽

魚類のみならず甲殻類や両生類、爬虫類（アオダイショウ）、小型哺乳類（カワネズミ・コメツカワウソ）、鳥類（コサギ・カルガモ）なども飼育され、河川環境が再現されている（**写真 10**）。

「アクア・トトぎふ」の環境学習プログラムとして「イベント＆体験プログラム」が用意されている。これには飼育魚へのエサやりを通して観察する「フィーディングウオッチ」、水族館施設の裏側を経験する「バックヤードツアー」などのほか、夜間の河川生物の観察をする「夜の水族館」・「お泊りナイトツアー」、希少魚族であるイタセンバラの生態・保護活

写真 10　オオサンショウウオの水槽

動の勉強会、スタッフの指導で実際に川の生物を調べる「アクア・スクール」も企画されている。

学齢前の子どもや低学年向きには「おさかなスノードームをつくろう！」「おさかなキャンドルをつくろう！」といったものづくりワークショップも用意されている。

3. 所感

河川環境楽園は国営事業として 1999（平成 11）年に整備された。その後、施設の充実が図られ、約 50ha という広大な敷地に種々の構築物から構成されており、いわば河川公園テーマ・パークの観を呈している。

年間どれくらいの入込数であるのかというと、2016（平成 29）年度で約 494.2 万人、岐阜県で第 2 位となっている[3]。このうち、世界淡水魚園水族館「アクア・トトぎふ」だけで 47.7 万人、約 10%であるので[4]、来場者の多くが遊園地施設を訪れていると想定でき、従って、自然発見館、水辺共生体験館、自然共生研究センターといった環境教育関係の施設入場者・利用者数はそう多くはないと思われる。

とはいえ、河川環境や生物の生態について総合的・包括的に学習できる場となっており、スタッフによれば、環境学習

や体験学習として、広く圏域の小・中学校に利用されているという。

注文を付けるとすると、「アクア・トトぎふ」の水槽の解説文の漢字に読み仮名をつければ、小学生にも理解しやすいのではと思われる。

内水面養殖という視点でとらえると、アユやマス類の生態観察は可能でも、内水面漁業としての体験学習や職業経験の場としての位置付けはなされていない。

「アクア・トトぎふ」のスタッフもよれば、飼育魚類のエサは養殖用の飼料が主であるといい、地元に生息する淡水魚や甲殻類などの更新は漁協や川漁師を通じて入手しているという。

注

(1)河川環境楽園を視察したのは 2017 年 12 月 16 日である。

(2)料金は 1 時間 1 万円、2 時間 1 万 5 千円、来館・学校などへの出張でも同一料金である（パンフレットによる）。

(3)「平成 29 年度岐阜県観光入込客統計調査」（平成 30 年、岐阜県観光国際企画課）より（岐阜県庁ＨＰ）。ちなみに、第 1 位は土岐プレミアム・アウトレット（719.7 万人）、第 3 位が高山市街地エリア（361.3 万人）である。

(4)各務原市統計による（各務原市ＨＰより）。

付記

本文中の写真は筆者の撮影による。

資料 1　河川環境楽園の案内図（パンフレット）

資料 2　環境教育プログラム・ガイド（表紙）

資料 3　環境教育プログラム（一部）

自然発見館 環境教育プログラムの紹介

自然発見館 環境教育プログラム一覧表（H29年度）

自然発見館で展開するプログラムです。なお、各プログラムの指導内容・進行等につきましては、各年齢および学年の学習要素にあわせて対応することができますので、ご相談ください。（新は平成 29 年度の新規プログラムです）

時間	No.	タイトル	主な対象 小学校低学年	小学校中学年	小学校高学年	中学校	高校～大人	荒天時	参加費 学校団体	一般団体	利用可能クラス数	備考
A　クラフト系プログラム												
0.5	A-1	ハーブのせっけんづくり	◎	○	○			可	400円	500円	4	持物
0.5	A-2	マユ・クラフト～繭のめぐみ～	◎	○	○			可	300円	400円	2	持物
0.5	A-3	アロマの虫よけスプレーづくり	◎	◎	○			可	600円	700円	1	持物
1	A-4	川原の石のペーパーウェイトづくり	◎	○	○			可	200円	300円	4	持物
1	A-5	はっぱのこすり絵	◎	○	○			可	200円	300円	4	持物
1	A-6	草染めポストカードづくり	◎	○	○			可	220円	320円	4	持物
1	A-7	はっぱでアート	◎	○	○			可	220円	320円	2	時期限定、持物
1	A-8	新 ミニどんぐり図鑑をつくろう	◎	◎	○			可	200円	300円	2	時期限定、持物
1	A-9	はっぱのしおりづくり	◎	◎	○			可	220円	320円	2	持物
1	A-10	フォレストアート	◎	◎	◎	○		可	300円	400円	2	時期限定、持物
1	A-11	光のプリズム工作	◎	◎	◎	○		可	300円	400円	4	持物
1	A-12	蜜ろうそくづくり	○	◎	◎	◎		可	400円	500円	4	持物
1	A-13	バードコールづくり	○	◎	◎	○		可	400円 [illegible]	500円 [illegible]	3	持物
1	A-14	ヒノキの箸づくり		◎	◎	○	○	可	400円	500円	2	持物
2	A-15	ひかるドロだんごづくり	○	◎	◎	○	○	可	600円	700円	2	持物
2	A-16	古代人の勾玉づくり		○	◎	◎	◎	可	500円	600円	4	持物
B　観察＆自然系プログラム												
1	B-1	自然観察ビンゴ	◎	◎	○			不適	200円	300円	4	持物
1	B-2	新 くさばなあそび	◎	◎	○			不適	200円	300円	2	時期限定
1	B-3	ザリガニウォッチング	◎	◎	○	○	○	可	200円	300円	1	時期限定
1	B-4	ダンゴムシウォッチング	◎	◎	○	○	○	可	200円	300円	1	時期限定
1	B-5	川の水をしらべよう～水質調査入門～		○	◎	◎	○	可	300円	400円	2	
2	B-6	川の地形のことを知ろう		◎	◎	○	○	不適	300円	400円	1	
2	B-7	水生生物ウォッチング		◎	◎	○	○	不適	300円	400円	1	持物
2	B-8	川の生きものさがし体験		◎	◎	○	○	不適	500円	600円	1	時期限定、持物、20名以上
1～12	B-9	昆虫観察プログラム	○	◎	◎	○	○	不適	300円	400円	1	
1～12	B-10	植物観察プログラム	○	◎	◎	◎	◎	不適	300円	400円	1	
2	B-11	野鳥観察プログラム		◎	◎	◎	◎	不適	300円	400円	1	持物
C　ワークショップ系プログラム												
1	C-1	川を汚したのは誰？		◎	◎	○	○	可	200円	300円	4	
1	C-2	食べものは、どこからくる？		◎	◎	○	○	可	200円	300円	2	
1	C-3	カエルになって学ぶ、生態系のバランス		◎	◎	○	○	可	200円	300円	2	
1	C-4	新 水をたくさん使うのは何？		◎	◎	◎	○	可	200円	300円	2	
1	C-5	はじめての生物多様性		◎	◎	◎	○	可	200円	300円	2	
1	C-6	地球温暖化の海		◎	◎	◎	○	可	200円	300円	2	
1	C-7	外来生物がやってきた		◎	◎	◎	○	可	200円	300円	2	
1	C-8	絶滅危惧生物を知ろう～ハリヨを例に～		◎	◎	◎	○	可	200円	300円	2	
1(～2)	C-9	今、そこにある危機		◎	◎	◎	○	可	200円	300円	1	
1	C-10	川の生きものの不思議ワークショップ			◎	◎	○	可	200円	300円	1	
(1～)2	C-11	プラスチックの海		◎	◎	◎	◎	可	300円	400円	2	
(1～)2	C-12	水の旅			◎	◎	◎	可	300円	400円	2	
D　自然発見館＆アクア・トト ぎふ合同プログラム												
1.5+1	D-1	川魚　すみかとくらしのマップづくり（注）		◎	◎	◎	◎	可	200円	320円	2	

（注）アクア・トト ぎふは別途入館料必要。一般団体は入館料とは別にカード代（20円/名）が必要になります。
※プログラムの詳細は、HP>http://www.kisosansenkoen.go.jp［河川環境楽園自然発見館ページ］まで

Ⅱ　見る・触る・実験する

―静岡県・浜名湖体験学習施設ウォットの事例―

佐藤 利明

はじめに

静岡県浜松市の浜名湖畔にある浜名湖体験学習施設ウォットは、静岡県水産技術研究所浜名湖分場に併設されており、「みて　さわって　楽しむ　小さな水族館」をキャッチ・フレーズにしている(**資料 1**)。2000(平成 12)年 8 月に開館した(1)。

ウォットは体験学習の施設であることから、高校生以下および高齢者、障害者は無料となっている（**写真 1**）。

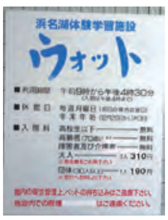


写真 1　入館案内

1. ウォットの施設

敷地面積は水産技術研究所と展示施設合せて 1,984 ㎡、ウォットのみでは 755 ㎡である。本館には研究室、分析室、実験室、研修室、開放実験室などがあり、このうち開放実験室は生物の直接観察などが可能である。その他に水槽実験室、ハウス加湿棟、タンク棟など、また、浜名湖より取水しているため取水施設、排水の処理施設など付帯施設が整っている(**写真 2**)。

展示施設であるウォットは 3 階構造で（**資料 2**）、1 階が都田川の自然景観を模した渓流水槽、様々な魚類が遊泳する大水槽（**写真 3**）、浜名湖の小型魚を展示する個別水槽、魚に触れることのできる「触れあい水槽」、レイクシアター、アクアゾーン、体験ゾーンから成り立っている。

2 階は学習ゾーンで、浜名湖を映像で初会する「物知りコーナー」、小型生物の展示、クイズコーナー、図書コーナー、研修室がある。

3 階は展望デッキとなっており、浜名湖を遠望できるほか、中庭の実験水槽を見下ろせるようにもなっている。また、2 階から外に出て回廊を巡ると、屋内の水槽実験棟を見学できるようになっている。

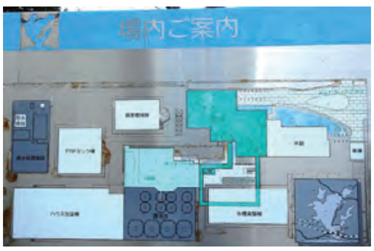


写真 2　施設案内図

写真 3　大水槽を見学する中学生

3. ウォットにおける学習プログラム

ウォットは体験学習できる施設として市内外の学校に利用されている。

ウォットの特徴は、パネルや写真、水槽を観るという静的な学習にとどまらず、実際に生き物に触れる動的な体験学習が可能であることである。

「ふれあい水槽」は、魚の泳いでいる水槽の中に手を入れて魚に直接触れることができる(**写真 4**)。

写真 4　ふれあい水槽

また、屋外の水草を移植した「タッチプール」では、プールの中に入ってウナギに触れて楽しむことができる(**写真 5**)。「開放実験室」では、顕微鏡でプランクトンなどを観察したり、魚の骨格の観察、さらには解剖もできる(**写真 6**)。

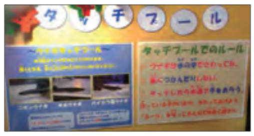


写真 5　タッチプールの説明

写真 6　開放実験室

この他に、飼育中の魚への餌やり体験や水槽の清掃を経験する職業体験も受け入れており、当日は 5 名の中学 2 年生が長靴持参で清掃体験を行っていた。

2 階・3 階の階段には浜名湖および周辺の環境についての説明、浜名湖の漁業についての解説もあり(**写真 7**)、単に浜名湖

写真 7　漁業の解説パネル

の生物を知ることだけでなく、生業活動・漁業生産に関する知見も併せて学習できる工夫がなされている。

ウォットの体験教室のメニューをみると(**資料 3**)、浜名湖の生物・魚介類の観察、エサやり体験、ミニ水族館作りや貝殻クラフト教室などのワークショップ、砂場遊びを通した湖水環境学習など、研究・飼育・解説を柱に年間を通じて開催されている。

学習・教育施設としての経験の結果と思われるが、水槽で飼育する魚介類の餌についての解説もなされている[2](**写真 8**)。

写真 8　餌についての解説パネル

4. ウォットの利用実績について

ウォットにはどれくらいの入館者がいるのかというと、静岡県のデータによれば、開館した 2000(平成 12)年度から2014(平成 26)年度までで年間 6 万人から

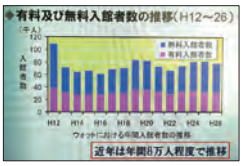


図 1　入館者の推移(岐阜県HPより)

8 万人で推移している。このうち無料入館者は約 60%ほどであるから、体験学習施設としてそれなりの利活用がなされているようである(**図 1**)。利用料金の収入は多い年度で 1 千万円程度、近年は年間 900 万円前後になっている。

入館者は静岡県内が最も多く、次いで愛知県、それ以外の中部地方となっている。また、来館の組み合わせでは、家族と来た、友だちと来たが圧倒的であった(**写真 9**)。

写真 9　入館者の居住地

5. 所感

浜名湖は汽水湖であることから様々な海水生物が生息しており、ウォットはこの浜名湖の特質を生かして観賞や観察、さらには触れるという直接体験の出来る施設となっている。浜名湖の特産であり、また、地場産業でもあるウナギ養殖に関する学習と、ウナギに直接触ることのできる経験も魅力となっている（**写真 10**）。

また、水産技術研究所に併設されていることで、水産資源に関する知見を学びとり、併せて浜名湖を中心とした自然環境についても学習できる場としての意味には大きいものがある。教育機関との連携も十分に果たしていると思われる。無

写真 10　ウナギの水槽

料入館者の安定的な実績はそれを物語るものであろう。利用者の多くが小・中学生であることから、解説も分かりやすく、漢字には読み仮名をふって丁寧に表示している。

内水面養殖とは直接関連はしないものの、環境教育・学習の場としての在り方や学校との連携をいかに構築するかということでは、先行例として大いに学ぶ点があると思われる[3]。

注

(1)ウォットの視察は、2018（平成 30）年 11 月 30 日（金）に実施した。当日は浜松市内の中学生たちが学外学習で訪れていた。

(2)各地の水族館などでは飼育する生物の餌に何を使用しているか説明のない場合が多い。その点、ウォットでは施設見学に訪れた児童・生徒から当然のように質問が出ると思われ、それに応えた対応になっていると考えられる。

(3)スタッフ手作りのグッズとして、浜名湖の生き物標本(**写真 11**)やスタッフ撮影のポストカードなども販売されている。

写真 11　生き物標本

付記

本文中の写真は筆者の撮影による。

資料 1　パンフレット

資料 2　ウォットのフロア構成

資料 3　体験教室のメニュー

Ⅲ　湖と人のかかわりを学ぶ
―滋賀県・琵琶湖博物館の事例―

佐藤 利明

はじめに

近畿地方の水甕とも例えられてきた琵琶湖には淡水の様々な魚介類が生息し、古来より特有の漁法による漁業も行われ、独特の食文化も育まれてきた。

湖水の汚染を解消し、水質改善を目指して 1970 年代に合成洗剤追放運動が展開し、その後、琵琶湖の水質環境はかなり良好になった。

琵琶湖に関する歴史・文化・自然・地理・地質など、総合的に展示しかつ研究する拠点が琵琶湖博物館である(**資料 1**)。

ここでは主として琵琶湖に生息する生物と自然環境の展示に注目し、琵琶湖を対象とする環境教育の実践についてまとめてみることにする[1]。

2. 琵琶湖博物館の施設構造

琵琶湖博物館は 1996（平成 8）年に開館した。その後、2005(平成 17)年に滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター、滋賀県環境学習支援センターが開設された。

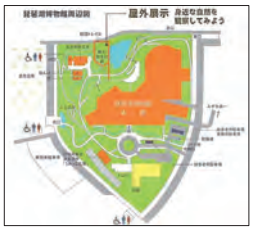


図 1　琵琶湖博物館の配置図（パンフレット）

琵琶湖博物館は琵琶湖の東南岸、烏丸半島に位置し、施設の北側は琵琶湖に接する。本館のほか、生活実験工房、屋外展示場があり、また、別館に国際湖沼環境員会(ILEC)が併設されている(**図 1**)。

本館は 2 階から 1 階に巡回して展示を観る構造となっている(**図 2**)。

2 階から A 展示室・琵琶湖のおいたち、B 展示室・人と琵琶湖の歴史、C 展示室・湖のいまと私たち、1 階に D 展示室・ディスカバリールーム、E 展示室・おとなのディスカバリー、水族展示室がある。

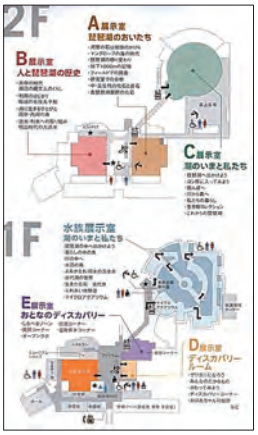


図 2　琵琶湖博物館の構造（パンフレット）

3. 展示室の内容と特質

それぞれの展示室がどのような内容で構築されているのか、以下、簡単に説明することにする。

A 展示室は琵琶湖の成り立ちや特徴について、地質学、古生物学、考古学の視点から琵琶湖を解説している。次に、古生代に続く琵琶湖の歴史、縄文から近世・近代、現代にいたる人びとの生活と生産と琵琶湖との関わりから展示しているのが B 展示室である(**写真 1**)。

写真 1　漁法の解説

C 展示室は、「暮らしとつながる自然」のコンセプトで琵琶湖の環境・人間・生き物の関わりを総合的に捉えられる構成となっている。

ヨシ原が再現され(**写真 2**)、田んぼの生物、田んぼと暮らし、川と森の関わり、琵琶湖の水と陸の生き物、昆虫、鳥類などが展示されている(**写真 3**)。

写真 2　ヨシ原の展示

写真 3　琵琶湖の生き物

D 展示室と E 展示室は資料や文献、標本、模型展示などから琵琶湖を体感し学習のできるコーナーである。

別館のような構造の水族展示室は、琵琶湖に生息する魚介類、動物などを水槽やパネルを通して観察できる「水の生き物と暮らし」の施設となっている。水槽で魚介類が飼育され、水族館の役割も担っている(**写真 4**)。その他、単に展示するだけでなく、例えば二ゴロブナ(**後掲写真 10**)が鮒寿司として利用されてきたことや、琵琶湖産の魚介類が広く食されてきたこと、タナゴやイタセンパラなどの保護増殖活動の紹介、バイカル湖などの世界の湖の展示もなされている。

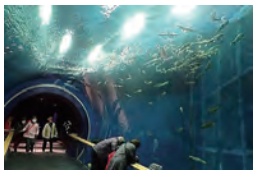


写真 4　巨大水槽

野外展示では、縄文・弥生の森を空中から観察できるように、地上 10m の高さ、全長 150m にわたる樹冠トレイが 2018 年 11 月に整備された。森で観察できる樹木や植物、博物館の周囲の鳥類、森で見

かけた動物、森で見つけられる昆虫など、パネル解説で自然発見のガイドがなされている。

4. 琵琶湖博物館における環境教育

豊かな生物相を有する琵琶湖には約 600 種の動物、500 種の植物がみられ、琵琶湖の固有種も 60 種類以上にのぼるという[2]。

また、琵琶湖は 1993(平成 5)年にラムサール条約にも登録されている。

こうした琵琶湖の自然環境と淡水湖としての固有性、生態的特質は、環境学習の対象としての意味と環境教育の実践の場に適した条件を有している。そこで琵琶湖博物館の環境教育・環境学習プログラムについて、魚介類を中心にまとめてみたい。

パネル展示、ジオラマによる再現、水槽・標本展示などにおいて、琵琶湖博物館も他の施設と異同はない。しかし、琵琶湖の生物の種類と多様性からすれば、展示の種類と方法、規模においては他を抜きんでているといえよう。

琵琶湖が地域の農業や漁業、生活に関わってきた歴史をとらえるために、例えば琵琶湖の魚がどう食されてきたのか、生産活動(湖水漁業)、食文化(加工・料理)、魚介類の供給(**写真 5**)などについて説明

写真 5　魚屋のモデル

写真 6　水田と魚の関係パネル

している。また、琵琶湖周辺の水田が魚の繁殖にとって不可欠な生態的要件であったこと(**写真 6**)など、人びとの暮らしと琵琶湖の魚介類の関係も明らかにする。

学習ルームとして、親子で体験学習のできる D 展示室(ディスカバリールーム)、生物の標本や剥製などを通して専門的な知見の得られる E 展示室(おとなのディスカバリー)がある。

また、環境学習・教育の窓口として学習環境センターがあり(**写真 7**)、図書や D V D の紹介、観察会や見学会、体験教室などの企画、講師派遣などを受け付けている。秋季から冬季の企画案内の例では(**資料 2**)、固有種であり絶滅危惧種ともなっているビワマスの産卵場の見学会、魚料理へのチャレンジ、田んぼ体験のほか、

写真 7　習環境センターの案内

魚のモビール作りや節分の鬼の面作りなどの工作教室が企画されている。

この他に、子どもから高校生までを対象に環境活動を実践する「淡海こどもエコクラブ」が組織されている(**資料 3**)。これは琵琶湖博物館独自の活動ではなく、こどもエコクラブ事業として全国で組織化され事業展開するもので、日本環境協会にこどもエコクラブ全国事務局が置かれ、その中で「淡海こどもエコクラブ」は学習環境センターが滋賀県事務局を兼ねている。

こどもエコクラブの目的は、子どもたちの環境保全活動や環境学習を支援し、「人と環境の関わりについて幅広い理解を深め」「環境問題解決に自ら考え行動する力を育成」すること、「地域の環境保全活動の輪を広げること」である。

活動内容は、地域や学校での自然観察や生き物調査、清掃活動、リサイクル活動、収穫体験など多岐に渡っている。

琵琶湖博物館自体は、滋賀県内で組織化された「淡海こどもエコクラブ」の活動拠点であり、博物館を会場に年に 1 回、県内各地のクラブの活動交流会が開催されている。

5. 所感

「湖と人間」をテーマとする琵琶湖博物館であるが、年間の来館者は 2016(平成 28)年度で 40 万 9、800 人である(滋賀県観光統計)。全体を通して琵琶湖に関する環境学習のできる総合的な施設になっている。

施設内でスタッフの指導を受けながら体験できる展示があり(**写真 8**)、家族連れや児童・生徒が楽しみつつ環境や生物について学ぶことができる(**写真 9**)。

写真 8　ふれあい体験室

高等教育機関との関係では、スタッフに依れば、地元の滋賀県立大学や龍谷大学瀬田キャンパスなどがゼミ単位で学外研修に訪れることはあるようであるが、小・中学校ほどの連携はないという。

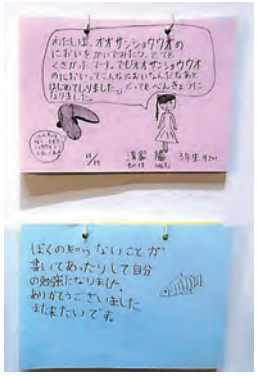


写真 9　オピニオンボードの感想

内水面養殖に関連する展示や情報は特には得られないものの、琵琶湖産のアユの稚魚が各地に出荷されていることは周知のところである。出荷量は年々減少してはいるものの、2016 年度のアユの種苗販売量は 2,501 万 5 千尾となっている(「滋賀県統計書」平成 28 年度版)。

琵琶湖博物館の環境教育プログラムは漁業・水産業に特化しているわけではなく、琵琶湖を核とする生態・環境に関連して展開しているという特徴がある。

注

(1)琵琶湖と人びととの関わり、歴史、漁業、環境などについての報告や研究書は膨大な数に上る。ここでは 2018(平成 30)年 11 月 30 日（金）に実施した視察にもとづいて報告する。

(2)滋賀県琵琶湖環境部環境政策課「滋賀の環境 2017(平成 29 年版環境白書)」(2018 年 3 月)より。固有種の内訳は、プランクトン 2 種、寄生動物 5 種、水草 2 種、魚類 16 種、底生動物 39 種である。

付記

本文中の写真は筆者の撮影による。

写真 10 ニゴロブナ

資料 1 琵琶湖博物館のパンフレット

資料 2 イベントのチラシ

資料 3 淡海こどもエコクラブのパンフレット

(2) 研究の概要

次に、実際の研究で、どのような取り組みが行われるのかについて簡単に説明する。事業自体は研究推進委員会の扱いとなるが、研究そのものは共創研究センターの研究プロジェクトとして位置付けており、三つの研究グループが分担して進める。第1研究グループは「草葉起源による内水面養殖システムの構築」、第2研究グループは「流通とマーケティングの確立」、第3研究グループは「研修システムの確立」をそれぞれ担当している。

第1研究グループの「草葉起源による内水面養殖システムの構築」は、本事業の核心とする研究である。震災などで増えている耕作放棄地などを使って餌料の原料である植物（草葉）を生産あるいは採集し、食物連鎖を利用しながら餌づくりを行い、最終的には地域特産として商品価値の高い魚介類を養殖水槽において育てる技術の開発を目指す。技術開発に当たっては理工学部の英知を生かし、生物科学的なアプローチにより、餌料用植物に関する栄養素、発酵プロセスの検討を行う。収穫した植物をもとに、水質環境学・生物科学的な手法により、細菌類から原生・後生動物、さらには小型甲殻類の増殖を介して魚類生産へと進展させていく。閉鎖循環型内水面養殖には養殖条件の制御要素が多くあるため、環境工学・熱流体工学の面から水の流れや拡散をベースとした諸水質環境の最適化を図るほか、水の物理・化学的特性が魚介類の生理活性に及ぼす効果に着目した実験的研究も進める。養殖環境全体の関係性を明確化することは、魚介類の品質（臭み、食感など）向上につながるため、魚介類の価値に対する新たな知見となるだけではなく、新規養殖産業創出の切り札にもなり得ると考えている。

餌料生産の原料に未利用地の植物を採集

内水面養殖技術の確立後は、事業化と普及に向けて、地域における起業化や技術修得のための研修が必要になる。このため、経営学部や人間学部領域からのアプローチとして、第2研究グループは経営学的観点から魚介類の選定やビジネス化について流通・マーケティングの面から検討を行う。また、第3研究グループは、社会学・教育学の観点から普及や技術修得のための研修について、地域性なども踏まえながら検討を行うこととしている。

食べてもおいしい餌料候補のスジエビ

一年目の2016年度は、研究が円滑に進むよう全体調整を十分に行い、餌料生産に関する基礎研究、流通手法や普及・研修システムに関する基礎情報の整理などを中心に進めた。2年目の2017年度は、養殖水槽の整備と養殖環境の解明に力を入れるほか、事業化や普及・研修に関する課題などについて調査を進めている。最終年度の2018年度前半には前年度からの継続実験や調査を進め、後半は3年間の総括的なとりまとめを行う。各年度とも、計画の進捗状況について、共創研究センターが学外委員も加えて検証を行うことにしている。

(3) 研究成果と波及

かつて水産王国と言われた日本の水産業だが、生産量は1984年をピークに、現在は半分以下まで減少し、4割以上を輸入に頼る輸入大国となっている。漁業就労者数は、2016年度は約16万人と10年間で4分の3に減少し、65歳以上が37％を占めるなど高齢化も進んでいる。経済に占める水産業および関連産業の割合が高い石巻地域でも、その影響は大きい。循環型内水面養殖システムを確立することは、餌料用植物の栽培、餌料生産、養殖と種苗生産、流通などの分野に大きな波及効果をもたらすとともに、耕作放棄地や未利用地などの活用も含めて、地域の新たな産業や雇用の創出につながる可能性をも秘めている。

学術的にも、植物を起源とする餌料への適用研究や、魚介類を育てる環境の最適化に関する制御技術の解明が進む。基礎から応用にわたる研究を行うことによって、地域振興にも貢献しうる知見が得られるとともに、総合的な研究や学術分野を横断する研究を通じて、異分野融合的な交流の加速が期待できる。

3 事業における研究ブランディング

次に、前述の「(1)事業概要」においても簡単に触れたが、事業に申請した本学の研究ブランディング名の意味するところについて、もう少し詳しくお伝えしたい。本学では、研究ブランディング名に、メインタイトルのほかにサブタイトルも付けている。メインタイトルの「震災復興から地域資源の新結合による産業創出」は、震災復興よりも、その先を見据えて、地域資源に着目し新たな結合によって産業創出などにつなげていく研究事業という意味を持たせている。地域のさまざまな有形・無形の資源について、研究面から新たな視点で結び付けて付加価値を高めようとする取り組みであり、やがては企業化や雇用拡大にもつながるように発展させていこうとするものである。

この「震災復興から地域資源の新結合による産業創出」の実現を、サブタイトルの「草葉起源による内水面養殖業の創出」によって達成しようとする考えである。食物連鎖の仕組みを応用する養殖法であり、「草葉起源」はスタートが陸上の植物の草や葉であるため、「内水面養殖」は海面ではなく陸上で魚介類を育てるという意味である。最初に牧草のような植物を栽培し、その植物で魚介類のエサを生産し、養殖水槽を使って、魚介類を出荷できる大きさまで育てる一連の仕組みを確立し、将来的には実用化レベルまで研究を進め、企業化まで展開できればとの期待を込めている。

当然ながら、全ての研究において期待どおりの成果が出るとは限らない。むしろ、期待どおりの成果が出ないケースが多いかも知れない。本学は、研究成果のみがブランド形成に寄与するのではなく、広く一連の取り組みや研究姿勢などを通じて醸成されるものもあると捉えている。このため、本事業では内水面養殖技術を確立し、企業化へのめどが立つところまでを目標にしているが、まずは地域の資源に着目して知的リーダーシップを発揮しながら、地域の産業創出につながる研究を提示していく姿勢が、何よりも肝要であると考えている。

なお、本学では、本研究以外にもサブタイトルに合致する研究が出てくれば、大学独自に認めることとしている。事実、2017年度の共創研究センターの事業では、学内応募の中から「宮城県産活締めギンザケ筋肉の部位別品質比較に関する研究」を、研究ブランディングに該当するテーマとして助成対象に決定したところである。

4 大学を研究でブランディングすることの意味

最後に、大学を研究でブランディングすることの意味について述べてみるが、一般化して説明するほど十分咀嚼できていないこともあり、あくまでも今回の申請を通じた検討や、個人的に感じたことの羅列に過ぎないので、ご容赦いただきたい。

そもそも本学では、学生募集を念頭に置いた入試広報的な面から大学のブランドについて議論することはあっても、研究の面から議論したことは、私の知る限り一度もない。なじみのない観点であったため、申請まで時間がない中、研究ブランディング名を決めるのにかなりの時間を割いた。

本学の開学の経緯、東日本大震災の位置付け、各種の地域連携活動、過年度の研究テーマや内容、各種のポリシー、学部・大学院教育の現状や今後のあり方、教員の専門分野や業績、石巻市の計画書などにおける本学関連の記述、外部の意見など、さまざまな情報やデータを参考にしながら、本学の今後の研究推進と大学運営において共通の核となりそうなもので、一貫して堅持していくべきものを導き出そうと議論を重ねた。

他大学と比較すれば、特に際立ったものとは言えないかも知れないが、本学にとっては紛れもなく特色であり、今後とも大切にしていくべきものと考え、研究ブランディング名に反映することにした。その結果が、メインタイトルのほかにサブタイトルも付けたネーミングとなった。

私立大学には、建学の精神や理念、歴史や伝統などを背景として、今日まで培ってきた校風や気風のようなものがあり、大学像として関係者以外にも広く浸透していることも多い。建学の精神などに基づいた自主的で多様性のある教育や研究を、永年にわたってしっかりと行ってきた証である。それは、各私立大学固有の特色であり、強みにもつながっていると思われる。

本学としても、地方の小規模大学ではあるが、今回の研究ブランディング事業を契機に、特色が研究面からも明確化できるように、研究推進・サポート体制を整えるとともに、学会などにおける発表はもとより、講演会、シンポジウム、大学ホームページなど、さまざまな機会を通じて外部へ発信していく。併せて、本事業の研究成果を本学の教育に反映させることや、児童・生徒向けの科学教育、あるいは各種の地域資源の新結合を切り口に地域学習への応用など、教育関係への還元も視野に進めていくことにしている。

資料２　石巻専修大学研究ブランディング事業紹介記事

大学時報　２０１７年９月号掲載

（小特集　私立大学研究ブランディング事業）

「震災復興後を見据えた研究の取り組み」

今野　久男（石巻専修大学事務部次長）

ISSN 0288-1748　2017（平成29）年9月20日発行

大学時報

UNIVERSITY CURRENT REVIEW

No.376
2017
9
隔月刊

学習院目白キャンパス正門（学習院大学）

特集　学生の学修時間確保の現状と課題

座談会　就職採用活動の日程と大学教育の現状を考える
小特集　私立大学研究ブランディング事業
明日への試み　京都産業大学
わが大学史の一場面　久留米大学
加盟校の幸福度ランキングアップ　中京大学／実践女子大学／甲南大学
クローズアップ・インタビュー　箏曲演奏家　野村倫子さん

日本私立大学連盟

小特集　私立大学研究ブランディング事業

震災復興後を見据えた研究の取り組み

今野　久男●石巻専修大学事務部次長

1　石巻専修大学のルーツと使命

私立大学研究ブランディング事業の説明に入る前に、研究ブランディング名を決めた理由と密接な関連があるので、大学開学の経緯や開学後の歩みなどについて簡単に触れておきたい。１９８９年４月、本学は専修大学の建学の精神である「社会に対する報恩奉仕」を継承し東北の地で実践するため、地域はもとより広く国際社会の発展に寄与する高度な専門知識と豊かな教養を身に付けた有為な人材の育成を目的として開学した。公私協力型の大学として、石巻地域（石巻市、東松島市、女川町）の多大な支援と期待を受けて、理工学部と経営学部の２学部でスタートしたが、現在は東日本大震災後の２０１３年度に地域の要望も踏まえて設置した人間学部を含めて、３学部２研究科（理工学研究科、経営学研究科）体制となっている。

開学当初から、地域に根差し地域と共に歩むべき使命のようなものを帯びていたために、開学に合わせて地域の文化・教育の振興ならびに地域の活性化・産業の振興を目的とした大学開放センターを設置。小・中学校、高校向けの特別授業、青少年のための科学の祭典、市民向けの大学開放講座などの教育支援のほか、産学官連携支援としての人材育成、講演・研修会、経営改善・指導、技術相談・開発などの取り組みを行っている。また、地域連携を円滑に実施できるよう、石巻市をはじめとする行政機関、保育・教育機関、企業などとの間で、多くの協定や覚書を締結するとともに、地域のさまざまな協議会に参画している。

２００９年４月には、地域の課題解決を研究面から支援することなどを目的に、共創研究センターを設置した。

２０１１年３月11日に発生した東日本大震災では、最も大きな被害を受けた石巻市に位置する大学として、近隣住民の避難所、行政機関などの仮事務所、ボランティアセンターおよび全国から集まったボランティアの拠点などとして、大学の施設・機能などを積極的に開放・提供するとともに、大学自身も独自に復興共生プロジェクトを創設し、被災者支援、産業支援、防災・復興関連研究、復興を担う人材の育成などに関する事業を展開してきたところである。

2　事業の内容

(1)　事業概要

前述のような背景を有する本学が、事業期間３年の計画で「平成28年度 私立大学研究ブランディング事業」のタイプＡ（社会展開型）に申請して選定されたのが、「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ――草葉起源による内水面養殖業の創出――」である。この事業は、震災の影響で利用されなくなった耕作放棄地等で牧草などを栽培し、それを原料として餌を作り、内水面（陸上の養殖水槽）において魚介類を育てるという循環型内水面養殖の試みであり、生物・環境・情報工学など知の融合によって技術開発を進め、養殖法の確立を目指すもの。さらには、経営学や人間学の視点も取り入れて、事業化や人材育成につながるように発展させるものである。

これは、震災から６年が経過し、被災地にある大学として、今後の地域のさらなる発展のためには、復興の先を見据えた取り組みが求められるとして、地域の資源に着目し新たな結合によって産業創出や雇用へとつなげていく研究を今後とも推進することが、堅持すべき本学のブランド（独自色）と考えたからである。

震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ
――草葉起源による内水面養殖業の創出――

編　集　後　記

石巻専修大学　共創研究センター長　中込　真二

私立大学研究ブランディング事業は平成28年度に募集が始まり、石巻専修大学は初年度に応募して「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ－草葉起源による内水面養殖業の創出－」で3年間の事業として採択された。広域に渡る地域課題に対して、本学で行われている理工学・社会科学・人文科学の研究活動を横断的に結び、縦断的な全学による研究活動として取り組み、得られた研究成果を石巻圏域に対して還元させようとするものであった。急遽立ち上げた事業計画ではあったが採択となり、三つの研究グループおよび事務部研究支援担当の努力により、本報告書として取りまとめる所まで至れたことに感謝申し上げる。

第一研究グループでは、学内の水槽の完成が遅れる中、鶴岡市の閉校した小学校を借り受けて実験を行い、閉鎖系の陸上養殖の可能性を検証しながら微生物反応系利用の水質浄化の条件を検討し、ヤマメ（サクラマス）養殖における温度の影響等について多くの知見を得た。大学構内に新設した大型実験水槽においては汚濁メカニズムの状況把握を主目的にバイオフィルムの付着やグルコース濃度レベルに着目して検討し、草起源の餌の優位性を示した。

第二研究グループでは、内水面（陸上）養殖事業の確立およびブランド化に向けた課題および論点を整理し、コスト、安定供給、養殖技術、複合化、技術・財政支援、マーケティングなどについて議論して、高付加価値魚種の選定の重要性を指摘した。

第三研究グループでは、内水面漁業・養殖業の現状把握を行いながら、成功例の資料収集、高校生の意識調査を行い、内水面養殖業の自然環境教育で活用するためのプログラム作りについて議論した。

申請時には5年という選択肢もあったのだが、研究期間が長いと緊張感が薄れる懸念もあって3年で申請することにした。実際は採択時期が大分遅れ、水槽の完成も2年目の秋で、当初の見通し通りには進まなかった。しかし、この研究ブランディング事業というのはそれぞれの大学が研究の方向性をブランドとして示すという趣旨のものであるから、石巻専修大学は「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ」を念頭に置きながら研究活動を行うことになる。研究においても社会知性の開発をめざし、地域の発展に貢献できるように今後も「地域課題の解決」に積極的に取り組んでいかなければならない。

石巻専修大学研究ブランディング事業
平成28年度～平成30年度　報告書

「震災復興から地域資源の新結合による産業創出へ」
―草葉起源による内水面養殖業の創出―

平成31年3月22日　発行
発行　石巻専修大学
〒986-8580　宮城県石巻市南境新水戸1番地
TEL：0225-22-7716　　FAX：0225-22-7746
URL：https://www.senshu-u.ac.jp/ishinomaki/

印刷　株式会社 七星社

30th

1989–2019

ISHINOMAKI SENSHU University