

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：42686

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02969

研究課題名（和文）絶滅危惧種カワノリを利用した環境教育に関する研究

研究課題名（英文）Study on environmental education through the use of Prasiola japonica YATABE

研究代表者

石川 元康 (ISHIKAWA, Motoyasu)

日本大学短期大学部・その他部局等・准教授

研究者番号：40279766

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、絶滅危惧種に指定されている淡水緑藻類カワノリの人工養殖技術を確立するとともに、カワノリを環境学習の素材として利用したカリキュラム開発を行うことが目的である。現地調査によるカワノリ生育環境条件の把握、人工養殖実験を行うことで生育環境条件を定量化することができた。また、カワノリの養殖実験、水生生物による水環境評価、水質簡易分析を取り入れた科学・環境教育学習プログラムを開発し、絶滅危惧種の特産品への関心が高まり、その生育地である地元の川への環境保全意識向上が確かめられた。本学習プログラムを研究期間中実施した結果、科学・環境教育プログラムとして効果があることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で対象としているカワノリは、献上品とされていた記録がある希少な天然資源であり、絶滅危惧種に指定されているため、保全策の確立、養殖技術の開発が急務である。研究成果の一つとして、本種が分布している地域の把握と生育環境条件を示すことができ、養殖実験の基礎資料が得られた。また、カワノリを環境学習の素材として利用した環境学習プログラムを開発し、生育地域の小学生に実施した結果、地域の水環境への興味関心や水環境保全意識が高まる効果を示された。さらに、絶滅危惧種の保全活動は、地域の食文化の継承、地域活性化へ寄与することが期待される。

研究成果の概要（英文）： The purpose of this study is to establish a technology for artificial cultivation of the endangered species alga, Prasiola japonica Yatabe (Kawa-nori in Japanese), and to develop a curriculum utilizing Kawa-nori as a material for environmental education. By conducting a field survey and artificial cultivation experiments, it was possible to quantify the environmental conditions for Kawa-nori growth. Additionally, a science and environmental education learning program was developed, incorporating Kawa-nori cultivation experiments, aquatic organism-based water environment evaluations, and simple water quality analyses. The results showed that this program increased interest in the specialty product of the endangered species and improved local awareness for environmental conservation of the river, which is its natural habitat. As a result of implementing this learning program, it was shown that it is effective as a science and environmental education program.

研究分野：水環境保全，環境測定，環境教育，科学教育

キーワード：環境教育 環境保全 水環境 絶滅危惧種 淡水藻類 生育環境条件 カワノリ 食文化

1. 研究開始当初の背景

静岡県富士川支流の芝川流域で採取されたカワノリは、「芝川海苔」と呼ばれ、この周辺ではカワノリを食用としていた歴史は古く、幕府や朝廷へ献上されていた貴重な天然財産である。しかし、近年「芝川海苔」はほとんど生産されず、静岡県富士宮地域では地域特産品としての存続が危機的状況であり、保全策の確立、養殖技術開発が急務であった。「芝川海苔」に関する地元住民の関心は高く、カワノリ生育地域周辺の小学生に向けて、カワノリ生育環境の保全活動、食文化を継承する大切さ、地域住民との交流を行ってきた中で、カワノリが生育している芝川流域の小中学校へ環境教育のカリキュラムとして取り入れる研究の必要性が求められた。研究開始当初は環境教育用のプログラムの開発・実施によって、より多くの人々がカワノリに関心を持ち、地域住民の保全活動や過疎地域活性化に役立て、水辺の生物や水環境保全への意識向上に寄与することができる意義ある研究と考えた。本研究で対象とする淡水藻類のカワノリは、環境省レッドリストにおいて絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されており、静岡県富士宮市で産出される特産品でもあることから、地域固有の問題を取り上げた環境学習として、受講者の意識や学習効果が高まることが予想された。

2. 研究の目的

本研究は、絶滅危惧種に指定されている淡水緑藻類のカワノリを利用した環境教育に関する研究を行う。まず、第一の目的として、人工養殖技術の確立を目指す。そのためには、現地調査によって、物理的・化学的側面からその生育環境条件を見出す必要がある。具体的には、カワノリ生育記録のある地域において、水質のみならず周辺の環境や住民へのヒアリング調査を行い、生育地域と絶滅地域との比較から、カワノリ生育環境条件を明らかにする。得られた生育環境条件結果に基づき、人工養殖実験を行うことで、生育環境条件を定量化する研究である。第二の目的として、カワノリを環境学習の素材として利用したカリキュラム開発を行う。本種は古くから食用とされ、希少価値の高いものであることから、人工養殖実験、生育地の観察、水質調査、生育量減少の原因を探る環境学習だけにとどまらず、科学的、社会的なアプローチが可能であり、幅広い学習効果が見込まれる研究である。

3. 研究の方法

(1)カワノリの人工養殖技術の確立

カワノリの胞子が放出されていることを顕微鏡で確認し、胞子を付着させたコンクリート基盤を水路に設置して生長を観察した。基盤を水路に設置する際には、カワノリ生育環境条件に基づき、水深、流速、日照条件を調整した。

(2)カワノリ生育地の現状調査

主として調査・実験する場所である静岡県富士宮市のみならず、全国各地のカワノリ生育記録がある地点^{1,2)}において現地調査を行い、カワノリ生育環境条件を把握するために、付着基盤、水温、流速、日照、付着水深、電気伝導度、pH、DO(溶存酸素)、水質分析を行った。調査地点は、栃木県那珂川・箒川・大谷川、群馬県倉倉川・神流川・鍋川、埼玉県入間川・大血川・荒川、東京都・山梨県多摩川、徳島県勝浦川・那賀川、高知県物部川・仁淀川・四万十川、大分県筑後川・大野川、宮崎県五ヶ瀬川・耳川、熊本県菊池川・緑川水系におけるカワノリ生育調査を実施した。

(3)科学・環境教育カリキュラムとして活用するための教材化の研究

静岡県富士宮市芝川流域のカワノリは、「芝川海苔」と呼ばれ、これを小学校の総合学習として行う環境学習の教材として活用するためのカリキュラム開発を行った。本研究では、水環境保全意識の向上、きれいな水の客観的評価の理解、絶滅危惧種の生育環境の理解を目的として、静岡県富士宮市のカワノリ生育地周辺の小学校の総合学習において、地域伝統食材のカワノリの養殖実験、現地観察、河川の水質分析や水生生物調査、食材の試食体験を取り入れた水環境学習プログラムを開発し、このプログラムの実施により学習効果を検証した。

4. 研究成果

(1)カワノリの人工養殖技術の確立

現地調査によるカワノリ生育環境条件を整理すると、水深が0~20 cmで流水が岩を越流する部分や飛沫がかかる場所でも生育し、水温が11~14℃、流速が1.0~2.0 m/s、DOが9.0~11.0 mg/L、pHが7.2~7.8、電気伝導度が70~100 µS/cm、日照条件は直射日光が当らず暗すぎない場所であることが確認できた。この生育環境条件に基づき、富士宮市で養殖実験を行った結果、後述の表1に示す通り、2019年から2020年の養殖実験では胞子の定着が困難でカワノリの発芽が確認できなかったが、2021年以降コンクリート試験板にカワノリの発芽が確認でき順調にカワノリを成長させることができた。これは、胞子付着基盤を高温スチームと紫外線による殺菌・消毒を施した後、胞子を定着させたことが成功につながったものと考えられる。

(2)カワノリ生育地の現状調査

全国規模のカワノリ生育環境調査を行い、カワノリ生育地の分布を図1のように明らかにすることができた。また、カワノリ生育地域と絶滅地域との比較から、近年のカワノリ生育地・生育量は全国的に減少傾向であり、減少している理由について流量減少・平滑化、河川攪乱の減少、河川改修の影響、河畔林の高層化による日照不足、水質の悪化など考えられるが明確な要因は得られなかった。

(3)科学・環境教育カリキュラムとして活用するための教材化の研究

本研究の水環境学習プログラムは、「芝川ノリ」の産地として記録がある地域周辺に立地している静岡県富士宮市白糸小学校において実施した。この小学校には、一級河川富士川の支流である芝川の水が横手沢橋より分流し、校内の敷地の水路に流れている。この水は、小学校敷地内でアマゴの養殖にも利用されている。校内を流れて



図1 カワノリの生育分布

いる芝川の水は、静岡県公共用水域及び地下水の水質測定結果(令和3年度)によると、生活環境の保全に関する環境基準で河川水域 AA 類型、生物 A 類型を示す清浄な水である。小学校4年生を対象とし、学習プログラムの基本構成は、約1カ月に1回のペースで実施し、各回の授業時間は100分で、全4回の内容は表1に示す通りである。第1回目は「芝川ノリってなに?」と題して、芝川ノリとはどのようなものか、その生態や生育環境に関する講演、日常生活の中で水資源の利用や環境への影響について解説した。また、学校内に流れている芝川から分水された水路の水を利用して事前に芝川ノリの胞子(種)を付着させた実験用コンクリート板を水路に設置し、養殖実験のための観察方法を指導した。第2回は「芝川ノリを見てみよう」と題して、小学校周辺に生育しているカワノリを実際に観察し、どのようなところでカワノリが育つか理解してもらった。カワノリと水生生物を持ち帰り、カワノリ標本の作製および水生生物による水質評価を行った。第3回は「芝川ノリが育つ川の水はきれい?」と題して、校内で芝川ノリの養殖実験を行っている水路の水とアマゴ養殖池の水の簡易水質調査を行ない、二カ所の水についての水質比較を行った。第4回は「芝川ノリを食べてみよう」と題して、児童が感じた芝川ノリ学習の感想、養殖実験の結果の発表、地元住民を講師に招いた芝川ノリの抄製作業の実演見学、芝川ノリの試食(炙りノリ、ノリ茶づけ)を行った。これらのプログラムの開発は、知識、技能、態度・習慣の三つの観点を取り入れることに注意して開発を行った。カワノリの生息環境に対する知識や理解度の把握のため、小学4年生を対象に2019年から2022年、5・6年生を対象に2021年および2022年にアンケートを実施し、その結果を以下に示す。

表1 芝川ノリ学習の実施内容

西暦年	人数	1回	2回	3回	4回	養殖実験結果
2018年	18	平成30年10月12日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリってなに?(芝川ノリ講演、養殖実験準備)	平成30年11月9日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリを見てみよう(芝川ノリ観察、水生昆虫による水質指標、標本作製)	平成30年12月7日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリが育つ川の水はきれい?(校内水路の水とアマゴ池の水を簡易水質測定)	平成31年1月11日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリを食べてみよう(実験結果発表、芝川ノリの抄製作業見学、芝川ノリ試食、高校生4名も参加)	2018年10月12日コンクリートブロックを設置、2019年1月11日カワノリの生育は確認できなかった。
2019年	16	令和元年10月11日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリってなに?(芝川ノリ講演、養殖実験準備)	令和元年11月15日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリを見てみよう(芝川ノリ観察、水生昆虫による水質指標、標本作製)	令和元年12月6日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリが育つ川の水はきれい?(校内水路の水とアマゴ池の水を簡易水質測定)	令和2年1月9日(金)13:45～15:00 テーマ:芝川ノリを食べてみよう(実験結果発表、芝川ノリの抄製作業見学、芝川ノリ試食)	2019年10月11日コンクリートブロックを設置、2020年1月9日カワノリの生育は確認できなかった。
2020年	9	令和2年10月16日(金)14:25～15:10 テーマ:芝川ノリってなに?(芝川ノリ講演、養殖実験準備)	令和2年11月13日(金)13:30～15:10 テーマ:芝川ノリを見てみよう(芝川ノリ観察、標本作製)	令和2年12月4日(金)14:25～15:10 テーマ:芝川ノリが育つ川の水はきれい?(水生昆虫による水質指標)	令和3年1月8日(金)13:30～15:10 テーマ:芝川ノリを食べてみよう(実験結果発表、芝川ノリの抄製作業見学、芝川ノリ試食) [1/16富士山麓サミットにて学習成果発表(3～6年生参加)]	2020年10月16日コンクリート字溝とコンクリート板を設置、2021年1月8日カワノリの生育は確認できなかった。
2021年	12	令和3年10月15日(金)14:25～15:10 テーマ:芝川ノリってなに?(芝川ノリ講演、養殖実験準備)	令和3年11月12日(金)13:25～15:05 テーマ:芝川ノリを見てみよう(芝川ノリ観察、水生昆虫による水質指標、標本作製)	令和3年12月6日(月)13:25～15:05 テーマ:芝川ノリが育つ川の水はきれい?(校内水路の水とアマゴ池の水を簡易水質測定、3年生5名、高校生7名参加)	令和4年1月14日(金)13:25～15:05 テーマ:芝川ノリを食べてみよう(実験結果発表、芝川ノリの抄製作業見学、芝川ノリ試食)	2021年10月15日コンクリート板を設置、2022年2月22日に発芽、2022年に生長、枯死、発芽2回
2022年	18	令和4年9月5日(月)14:20～15:05 テーマ:芝川ノリってなに?(芝川ノリ講演、養殖実験準備)	令和4年10月7日(金)13:25～15:05 テーマ:芝川ノリを見てみよう(見学中止、芝川ノリ標本作製、水生昆虫による水質指標)	令和4年11月7日(月)13:25～15:05 テーマ:芝川ノリが育つ川の水はきれい?(校内水路の水とアマゴ池の水を簡易水質測定、カワノリ生育地見学)	令和4年12月5日(月)13:25～15:05 テーマ:芝川ノリを食べてみよう(実験結果発表、芝川ノリの抄製作業見学、芝川ノリ試食)	2022年10月7日コンクリート板を設置、12月5日に発芽、生長中。

カワノリの生育環境の流速条件に関する理解：学年が進行することによる回答の推移比較を図2に示す。2019年の4年生時は平均0.73 m/sであったが6年生時には0.96 m/sへ有意に増加し($p=0.018$)、カワノリ生育の流速条件が正解側へ近づいた。なお、カワノリの生育流速条件は1.0~2.0 m/sである。2020年、2021年の4年生は学年進行による有意差は認められなかったが、学年の進行によって正解側に近づく傾向が得られた。これは、学年の進行によって芝川ノリ学習時の速さの概念を理解できたものと考えられる。また、調査対象の小学校は1学年1クラスの規模の学校で、学校行事などで上級生と下級生の交流が密であることから4年生で行っている芝川ノリ学習について上級生である5、6年時も養殖実験状況などを把握しているものと考えられることから、学年の進行によって正解に近づいたものと考えられる。

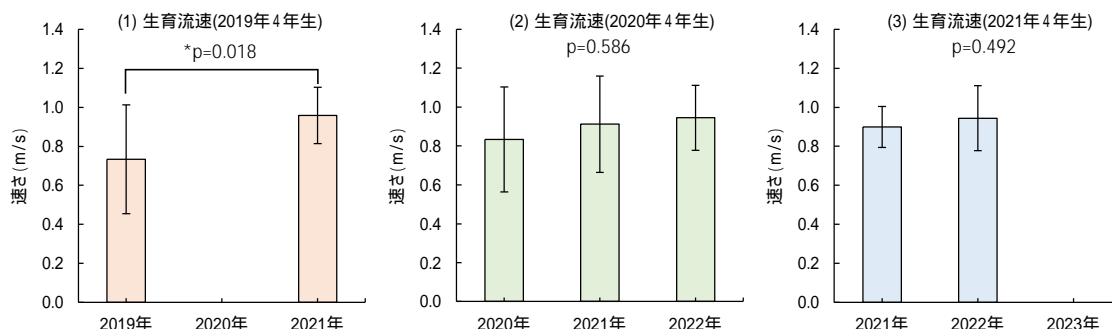


図2 カワノリの生育流速条件に関する回答の年次別学年進行比較

カワノリの生育環境の水温条件に関する理解：学年が進行することによる回答の推移比較を図3に示す。カワノリ生育水温に関して、2021年の4年生時は平均10.1から5年生時には5.6へ有意に減少し、カワノリ生育の水温条件が不正解側へ移動した。なお、カワノリの生育水温条件は11~14である。2019年、2020年の4年生は学年進行による有意差は認められなかった。学年の進行による回答の変化には一貫性がなく、目に見えない水温を理解することは困難であることが示された。水温の理解には、学習プログラム内に水を直接触れることやデジタル水温計などを利用して水温を測定する機会を設けることが必要である。

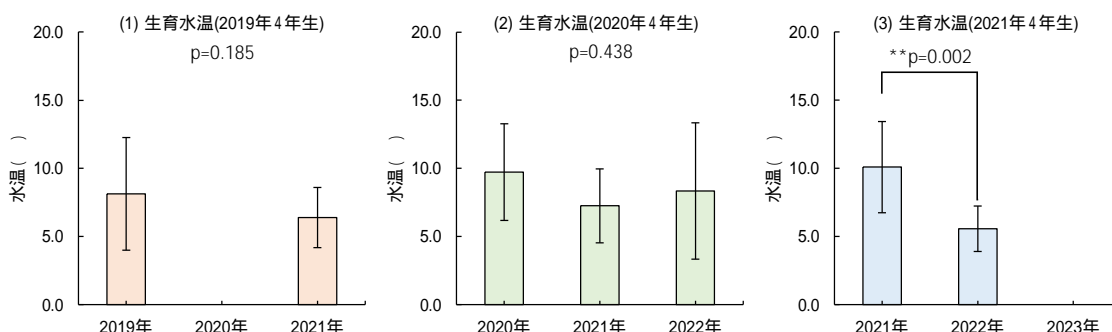


図3 カワノリの生育水温条件に関する回答の年次別学年進行比較

カワノリの生育環境の水深条件に関する理解：学年の進行による回答の推移比較を図4に示す。カワノリ生育水深の理解については、いずれの年次においても学年進行による有意差は認められなかったが、学年進行によって正解側(0~20cmで水面付近や飛沫がかかる場所に多く生育)に回答が近づく傾向が認められた。これは、流速の場合と同様に学年の進行による深さ(長さ)の概念の理解が進んだことや、学内の児童との交流の中で4年生時の学習内容の振り返りができているものと考えられる。

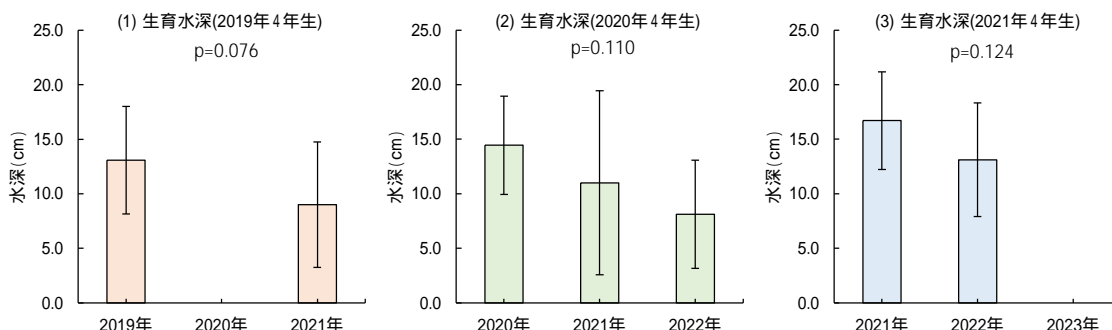


図4 カワノリの生育水深条件に関する回答の年次別学年進行比較

感想文による水環境に対する意識について：感想文の内容は、児童の学習に対する意識や感性を表しているものと考えられ、受講内容に関する特徴づけが可能であると考えられることから、テキストマイニング手法を適用し、学習後の意識の特徴について分析を行った。感想文から抽出した単語同士のつながり関係を把握するための分析として、共起関係の尺度として利用される Jaccard 係数を適用し、外部変数として設定した実施年度別に共起ネットワーク図を作成したものを図5に示す。中央に配置されている項目は、両年度の感想文に共通した語が示されており、各年度の特徴が左右に示された語となっている。芝川ノリ学習を受講した4年生 2021年 12名と2022年 18名の結果、2021年は水質調査に関する意識や協力大学生への印象が大きく、2022年は学習、育つ、ゴミ、取るなど水環境保全に関する意識が強く出ていることが示された。2021年の4年生は第3回の簡易水質調査時に下級生である3年生の一部や高校生が加わって一緒に実験を行ったことで緊張感や責任感を強く持って参加していたことが要因であると考えられる。また、2022年の4年生は学習プログラムの最終回で養殖実験の注意点としてカワノリ実験板にゴミなど引っかかっていたら取るように忠告したこと、地元住民の講師が芝川ノリの減少の一つに人間の生活活動による川の汚染が原因であることを訴えたことが印象に残ったものと考えられる。

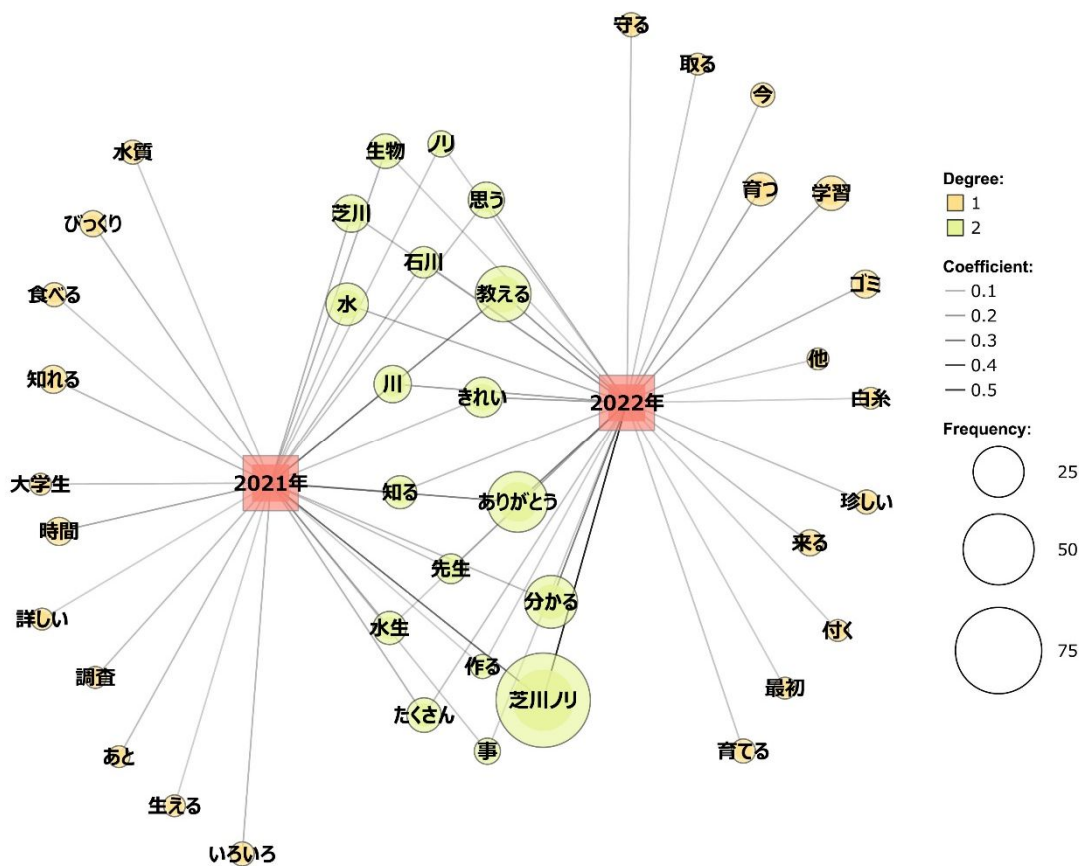


図5 年度別感想文の共起ネットワーク（2021年12名，2022年18名）

この学習プログラムの水生生物や簡易水質測定などの体験を通じて、きれいな水とは視覚的なきれいさだけでなく水質成分の数値として理解を促すことができた。特に水生生物による水質判定には、多くの児童が興味を持って取り組んでいた。また、試食を通して郷土食への興味・関心も高められた。さらに、カワノリが生育する流速条件、水深条件への理解については、学年進行によって知識が高まる傾向が認められたが、カワノリが生育する水温条件に対する理解は困難であることが示された。参加児童から近所で新たなカワノリ生育地を発見したとの連絡があり、この学習プログラムによって地元の水環境への興味関心が高められ、水環境保全意識の向上、きれいな水の客観的評価の理解、絶滅危惧種の生育環境の理解という目的が達成できたものと考えられる。

今後の展望として、地域の自然環境に関する理解、伝統食材としての歴史や文化の伝承のために、この総合学習プログラムを他県のカワノリ生育地において開催していく必要がある。

<引用文献>

- 1) 伊藤一郎, 1989. カワノリ. 日本の生物 3(1), pp.45 - 53.
- 2) 岩本康三, 1984. 日本におけるカワノリの分布. 藻類 32, pp.167 - 185.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 石川元康	4. 巻 45
2. 論文標題 カワノリを利用した水環境学習の効果に関する研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本大学国際関係学部生活科学研究所報告	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 石川元康	4. 巻 43
2. 論文標題 カワノリ生育地域の環境と人間生活との関わり	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本大学国際関係学部生活科学研究所報告	6. 最初と最後の頁 9-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 MOTOYASU ISHIKAWA, MASAYUKI TAKAHASHI & IWAO OHTSU	4. 巻 38th
2. 論文標題 NEW EXPRESSION FOR THE LENGTH OF FREE, SUBMERGED, AND B- JUMPS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 38th IAHR World Congress, September 1-6,2019, Panama, City Panama	6. 最初と最後の頁 365-375
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3850/38WC092019-1392	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石川元康・佐野智咲
2. 発表標題 地域特産品を利用した水環境学習
3. 学会等名 第57回日本水環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石川元康
2. 発表標題 淡水緑藻類カワノリの生育環境
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>日本大学短期大学部（三島校舎）地域連携ホームページ：「芝川ノリ」の保護・育成に関する研究 https://www.ir.nihon-u.ac.jp/jc/subject/food/fn-cooperation.html 2022年9月8日（木）岳南朝日新聞：芝川ノリ養殖実験始まる 2022年9月15日（木）SBSテレビ LIVEしずおか：カワノリ研究の紹介（https://www.at-s.com/dogas/details.html?article_id=1123900） 2022年12月7日（水）岳南朝日新聞：養殖の芝川ノリ試食</p>
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------