

論文

カワノリを利用した水環境学習の効果に関する研究

石川 元康^{※1}A Case Study on the Effect of Water Environment Learning Program Using the Endangered Species Alga
Prasiola japonica YATABEMotoyasu ISHIKAWA^{※1}

ABSTRACT

The purpose of this study is to indicate the effectiveness of the environmental learning program using the endangered species alga, *Prasiola japonica* YATABE (*Kawa-nori* in Japanese). This water environment learning program uses the *Kawa-nori* as a subject to enhance awareness of water conservation efforts, promote understanding of objective evaluations of clean water, and learn about the habitats of endangered species, through the cultivation experiments, on-site observation, water quality analysis, aquatic life surveys, and food tasting experiences. Taking this program, it was possible to promote understanding that clean water should not only be judged by visually clear but also by values of water quality components. Participants made specimens of “*Shibakawa-nori* (local name of *Kawa-nori*)” and brought them home, which enabled them to recognize and disseminate the fact that there is a local endangered food. In particular, interest in local food was increased through tasting. Understanding of the flow velocities and water depth conditions in which *Kawa-nori* grows, there was a tendency for knowledge to increase with the progression of school year. School children who took this program discovered a new *Kawa-nori* habitat in the neighborhood of school suggests that interest in the local water environment was increased and awareness of water environment conservation was heightened by this learning program. This behavior based on the intrinsic motivation of the participants showed the effectiveness of this environmental learning program.

キーワード : 水環境 環境学習 総合学習 特産品 カワノリ

1 はじめに

環境教育の推進などについては、国連「持続可能な開発のための教育（ESD）の10年」の動きや学校における環境教育の関心の高まりなどを踏まえ、自然との共生の哲学を生かし、人間性豊かな人づくりにつながる環境教育をなお一層充実させることが求められている¹⁾。2017年から学習指導要領が改訂され²⁾、国立教育政策研究所教育課程研究センターの環境教育指導資料において「環境に対する豊かな感受性の育成」「環境に関する見方

や考え方の育成」「環境に働き掛ける実践力の育成」といった環境教育のねらいが示された¹⁾。また、環境教育の指導の重点項目として「体験の重視」「身近な問題の重視」「総合的な把握の必要性」が挙げられ、環境問題を認識するためにまず身近な問題から取り上げて、実際に体験する行為が、地域の自然の理解や興味・関心をもち、意欲的に関わるために必要とされている¹⁾。自然体験の必要性や重要性が叫ばれているにもかかわらず、国立青少年教育振興機構（2021）によると学校以外の

※1 日本大学短期大学部（三島校舎）食物栄養学科 准教授 Associate Professor, Department of Food and Nutrition, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

団体が行う自然体験活動への小学生の参加率は減少傾向であり、2019年で50%程度にとどまっていることが示されている³⁾。このように、近年では、都心だけでなく、校外の里山地域であっても児童の自然体験が少ないことが課題となっている。小学生の頃に体験活動（自然体験、社会体験、文化的体験）が豊富な子ども、お手伝いを多く行っている子どもは、その後、自己肯定感が高く、自立的行動習慣や探究力が身についている傾向があることが示され³⁾、過去の自然体験の蓄積には里山保全行動意欲を高める効果があり、特に自然とのふれあい体験と農作業体験が直接有効であることが示されている⁴⁾。自然体験は成長後の心身にも影響や環境保全行動にも影響を及ぼすことが示されており、幼少期に環境学習を受講することは将来の人間形成に有効であると考えられる。

小中学校などにおける環境教育として、水の環境調査に関しては、環境省、国土交通省が統一のフォーマットで全国規模の水生生物調査や魚類の生育状況から水質環境の評価を行う取組みがなされている⁵⁾。身近な地域の自然を理解する水環境学習に関する事例としては、河川環境管理財団(2011)が川を活かした体験学習の実践例を紹介してその効果をまとめており⁶⁾、環境省(2011)が水環境健全性指標を利用した体験学習プログラムを小学校だけでなく市民参加の行事として実施している⁷⁾。このような取組みは、教科の枠を超えた知識や体験が得られ、幅広い学習効果が期待できるものと考えられる。

本研究で対象としたカワノリ (*Prasiola japonica* YATABE) は、日本において特定の河川上流部に生育しており、生育地域では日光海苔、桐生海苔、芝川海苔、富士海苔、青藍海苔、菊池川海苔、高千穂海苔など地名を冠した特産品として食されていた記録がある^{8,9)}。環境省レッドリスト2020では絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されており¹⁰⁾、全国的に絶滅が危惧されている淡水緑藻類である。近年、カワノリ生育地は全国的に減少傾向にあり、食用とされていた地域ではカワノリを食していた食文化が途絶してしまうこと、絶滅危惧種としての保護・保全策をいかに進めていけばよいかという課題が山積している¹¹⁾。また、カワノリが生育

する地域は河川源流部であることから、少子高齢化の進行した地域が多く、カワノリを食用として採取・抄製する専門的人材が高齢化し、保全や養殖活動を行う人材として、若い世代の育成が急務であり期待感が高い。そこで著者は、カワノリ生育地の現状、カワノリ生育地や生育量が減少している原因についての研究、本種の保護・保全を継続的に進めていくためには、生育地域の人々、特に次世代を担う子ども世代に本種のことを認知してもらうことが必要であると考え、静岡県富士宮市において生育するカワノリ(地域での呼称：芝川ノリ)に関する総合学習を実施している。

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、静岡県富士宮市の特産品であり、絶滅危惧種であるカワノリを例として、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。

2 調査方法

2.1 水環境学習プログラムの位置づけ

富士宮市では、2004年に食によるまちづくりを推進するため「フードバレー構想」が提唱された。2006年に日本大学国際関係学部・短期大学部(三島校舎)と静岡県富士宮市との連携協力協定が結ばれ、食に関する調査や研究などで協力関係を発展させてきた。その一つとして、著者は芝川ノリの保護・育成活動を2005年から実施している。2014年からは芝川ノリの産地として記録がある地域で小学生への食育も兼ねた活動として、地元の希少食材を知り、保護・育成するためには芝川ノリ生育地の水環境保全が重要であることの理解と環境学習を兼ねた総合学習の一環としての水環境学習を「芝川ノリ学習」と称して開始した。

2.2 芝川ノリ学習の概要

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2014年から実

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¹²⁾。

芝川ノリ学習は小学校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、全4回の内容は表1に示す通りである。第2回、第3回で実施したカワノリ標本作製、水生生物調査、簡易水質実験では、2人から4人のグループに分かれて作業した。グループ活動で

は、著者の研究室に所属する大学生を配置して作業補助・助言を行った。学習プログラムは2学期から開始し、各回の授業時間は、基本的に1授業時間45分を2授業時間続けて実施し、途中10分間の休憩時間を含め100分としている。各年度の参加者は、2014年度17名、2015年度21名、2016年度19名、2017年度21名、2018年度18名、2019年度16名、2020年度9名、2021年度12名、2022年度18名である。また、5年生と6年生においては4年生時に行った芝川ノリ学習に関するアンケートの回答を依頼した。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た。

表1 芝川ノリ学習の実施内容

回	西暦年	人数	1回	2回	3回	4回	養殖実験結果
1	2014年	17	平成26年9月17日(水)13:00~15:00 テーマ:芝川ノリについて(芝川ノリ講演、養殖実験準備)3~6年生約80人に講演	平成26年10月17日(金)13:45~14:30 テーマ:芝川ノリを見よう(実際に生育している芝川ノリ観察)	平成26年11月21日(金)13:45~14:30 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27年1月9日(金)13:00~15:00 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)	総合学習期間中に胞子付着基盤にはカワノリの成長が認められなかった。
2	2015年	21	平成27年10月9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27年11月13日(金)13:45~15:00 テーマ:芝川ノリを見よう(芝川ノリ観察、標本作製)	平成27年12月11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28年1月15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)	2015年10月9日試料Aは新規コンクリート、試料Bは1年間水浸させたコンクリートを使用した。2016年1月15日試料Bに最大4cm程度の葉体が4個体確認。2016年3月4日試料Bに大きさ5mmから1cmのカワノリの生育が7個体確認。
3	2016年	19	平成28年10月7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28年11月7日(月)13:10~14:30 テーマ:芝川ノリを見よう(芝川ノリ観察、水生昆虫による水質指標、標本作製)	平成28年12月2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29年1月13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、学生が考案した芝川ノリずもち、クッキー、お茶漬を試食)	2016年10月7日胞子付着ロープとコンクリート板を設置。2017年2月15日、コンクリート板に1cm程度の葉体が1個体確認。2017年2月25日前回生育を確認したカワノリ1個体が2cm程度の葉体に成長。
4	2017年	21	平成29年10月16日(月)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29年11月10日(月)13:45~15:00 テーマ:芝川ノリを見よう(芝川ノリ観察、標本作製)	平成29年12月8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30年1月12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、芝川ノリを使ったおかし、せんべい、茶漬の試食)	2017年10月16日から胞子付着ロープとコンクリート板を設置。2018年2月24日カワノリ葉体の出現は見られなかった。
5	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。
6	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。
7	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。
8	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。
9	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:芝川ノリを見よう(見学中止:芝川ノリ標本作成、水生昆虫による水質指標)	令和4年11月7日(月)13:25~15:05 「芝川ノリが育つ水はきれい?」 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。

2.3 芝川ノリ学習の内容

実施プログラム全4回の内容については、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。講演に先立ち芝川ノリに関する初回アンケートを実施した(詳細は2.4)。指導内容は、養殖実験のコンクリート板表面が水草やゴミで覆われないようにすること、表面を流れる水の流れの速さを1 m/s程度にすることである。流速が1 m/s程度ということを小学校4年生が理解する上での工夫として、水路脇に1 m標尺を設置し、上流から水面に葉などを落として、1秒間で1 mの標尺を通過する程度の流れの速さが流速1 m/sであることを示した。

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。生育地点でカワノリの採取と同時に、砂利や小石などと一緒に水生生物も採取されるので、それらを小学校まで持ち帰り、カワノリ標本の作製(カワノリをラミネートフィルムで挟み熱圧着加工したものを作製)と水質の違いによる指標生物の一覧資料¹³⁾に基づいて水生生物による水質評価を行った。ラミネート加工されたカワノリの簡易標本を使って、顕微鏡による表面観察を行った。また、芝川ノリの認知が周辺住民に拡大することを見込んで、カワノリ標本を自宅に持ち帰ってもらった。

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(同じ水路の水であるが養殖池のために滞留している状態の水)を採取し、パケットテストを用いて全硬度、COD、NH₄-N、PO₄-Pについて簡易水質測定し、水温とpHはHANNA社HI 98128、伝導率ECはHANNA社HI 98129、溶存酸素DOはMother Tool社DO-5509を用いた。水質については、☆型簡易水質調査シート¹⁴⁾

を利用し測定を行った。図1に示すようにCOD、pH、PO₄-P、NH₄-N、DOの測定結果を線でつないだ場合に星形が示されると、水質が良好であることが視覚的に分かるものである。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二カ所の水についての水質比較を行った。

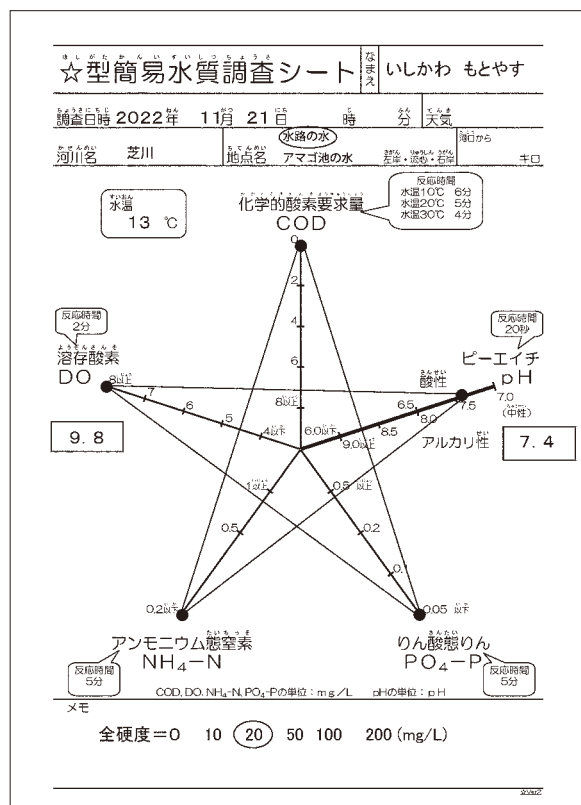


図1 ☆型簡易水質調査シート(追記)¹⁴⁾

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。知識領域は、水質項目の意味、カワノリ生育環境条件、地域特産品に関する現状の理解の観点が該当する。技能領域は、パケットテストの利用、水生生物の分類作業、標本作成作業の観点が該当する。態度・習慣領域は、養殖実験の観察記録付け、大学生・講師との交流、結果発表の観点が該当する。

2.4 カワノリ生育環境アンケートの内容

カワノリ生育環境の理解については、まず第1回目の芝川ノリ学習講演の前に予備知識がない状態でカワノリが生育する流速条件、水温条件、水深条件についてのアンケート（初回アンケート）を実施した（図2）。初回アンケートでは、従来のカワノリ生育環境に関する研究成果¹¹⁾より、流速条件を0から1.0 m/s以上の4段階、水温条件を5～20℃の4段階、水深条件を0～20 cm以上の4段階のスケールに表示を設定して、該当する部分に丸を示すように指示する回答欄を作成した。また、カワノリの生育環境条件の他にも芝川ノリの認知、食経験も加えた。その後、第1回で芝川ノリの生育環境に関する研究成果を講演し、第2回～第4回の芝川ノリ学習プログラム実施後に感想文を記入した（2021年、2022年のみ）。5年生と6年生時に学習の振り返りアンケート（2021年、2022年のみ）を実施した（図3）。これは、4年生の時の試食時の感想、食経験の他に、初回アンケートと同じカワノリ生育環境条件として流速条件、水温条件、水深条件について回答を求めるアンケートを実施した。

年度 4年生 白糸タイム(総合的な学習の時間) 芝川ノリ アンケート

これは、これから学習する芝川ノリについて、尋ねて知っていることを回答してください。

1) 芝川ノリ学習をする前に、芝川ノリを知っていましたか？

知らない	聞いたことがある	知っている	よく知っている
------	----------	-------	---------

2) 芝川ノリ学習をする前に、芝川ノリを見たことはありますか？

見たことがない	見たことがある		
---------	---------	--	--

3) 芝川ノリ学習をする前に、芝川ノリを食べたことはありますか？

食べたことがない	食べたことがある		
----------	----------	--	--

4) 芝川ノリの育つ場所はどんな所だと思いますか？想像してあてはまる所に○を付けましょう。

① 水の流れの速さ	0 m/s 流れがない	0.5 m/s	1.0 m/s 以上 速い流れ	
② 水温	5℃ 冷たい	10℃	15℃ 20℃ 温かい	
③ 水深	0 cm 水面(浅い)	10cm	20cm 以上 深い	
④ 水質	すごくきれい	きれい	ふつう	きたない

5) 芝川ノリ学習でやってみたいこと、知りたいことなどを書いてください。

図2 芝川ノリ学習初回アンケート

2.5 データ分析方法

アンケート結果を集計する際に、4段階スケールの流速条件、水温条件、水深条件の結果については、児童の回答が軸目盛に○印を示しているため、軸の値に比例した数値に変換して基本統計量を求めた。例えば流速の場合は、図2の質問4)および図3の質問3)における①水の流れの速さのスケールの中央に○印が示されていた場合は流速を0.5 m/sとし、②水温のスケールの中央に○印が示されていた場合は水温を12.5℃とし、③水深のスケールの中央に○印が示されていた場合は水深を10 cmとした。流速、水温、水深の値に関しては、統計処理ソフトEZR Ver.1.61¹⁵⁾を使用してt検定、一元配置の分散分析を行った。また、2021年と2022年の4年生の感想文に関しては、テキストマイニングソフトKH Coder Ver.3¹⁶⁾を使用して、共起ネットワーク分析を行い、文章中の言葉の出現パターンから類似語との結び付きを可視化した。なお、テキストマイニングでは、前処理として1つの単語として抽出できるよう、強制抽出語を「芝川ノリ」として設定した。

白糸タイム(総合的な学習の時間)の芝川ノリ アンケート (5, 6年生用)

これは、以前に実施した芝川ノリ学習を思い出して、学んだことを分かる範囲で回答してください。

1) 芝川ノリを試食したときの評価

① 味は？あてはまるものに○を付けてください。	よい	普通	悪い	分からない
② 見た目は？あてはまるものに○を付けてください。	よい	普通	悪い	分からない

2) 試食した感想（あてはまるものに○を付けてください。複数回答可）

満足した	また食べたい	感動した	驚いた
不満である	もう食べたくない	魅力を感じた	興味を持った
その他（食べたときに思ったこと、感じたことを思い出して書いてください）			

3) 芝川ノリの育つ場所はどんな所か覚えていませんか？あてはまるものに○を付けましょう。

① 水の流れの速さ	0 m/s 流れがない	0.5 m/s	1.0 m/s 以上 速い流れ	分からない
② 水温	5℃ 冷たい	10℃	15℃ 20℃ 温かい	分からない
③ 水深	0 cm 水面(浅い)	10cm	20cm 以上 深い	分からない
④ 水質	すごくきれい	きれい	ふつう	きたない

4) 芝川ノリ学習の後、芝川ノリを見たことがありますか？あてはまるものに○を付けましょう。

見たことがない	見たことがある→	見たことがある人はどこで見ましたか？
---------	----------	--------------------

5) 芝川ノリ学習の後、芝川ノリを食べたことがありますか？

食べたことがない	食べたことがある→	食べたことがある人はどこで食べましたか？
----------	-----------	----------------------

6) 芝川ノリを食べたいと思いますか？またその理由を教えてください。

食べたい	食べたくない	どちらでもよい
その理由は？		

図3 芝川ノリ学習振り返りアンケート

3 結果・考察

3.1 初回アンケート結果

芝川ノリの認知についての結果を図4に示す。この結果、芝川ノリを知らない児童は2019年に存在していただけであった。これは、学校内で上級生とのかかわりが多くあり、4年生になると芝川ノリ学習を行い、芝川ノリを食べることができるとの情報を上級生から伝え聞いている影響が大きいものと考えられる。

芝川ノリを見た経験についての結果を図5に示す。年によって傾向が異なるが、毎年半数以上の児童が芝川ノリを見たことがあると回答している。2021年の児童については、全員が芝川ノリを見たことがあると回答をしている結果が特徴的である。これは、前年の3年生時に本プログラムを受講した4年生達の学習成果発表会に参加していたことが要因であると考えられ、3年生時から芝川ノリを認知している特徴的な学年である。

芝川ノリを食べたことがある経験についての結果を図6に示す。その結果、芝川ノリを食べたことがある児童は毎年10%程度であった。芝川ノリが市販されていない状況からすると、食経験は高い結果と考えられる。

芝川ノリが生育する水質についての質問の結果を図7に示す。その結果、ふつうやきたないと回答した児童はいなかった。芝川ノリはきれいな水に生育しているとの印象があることが示された。

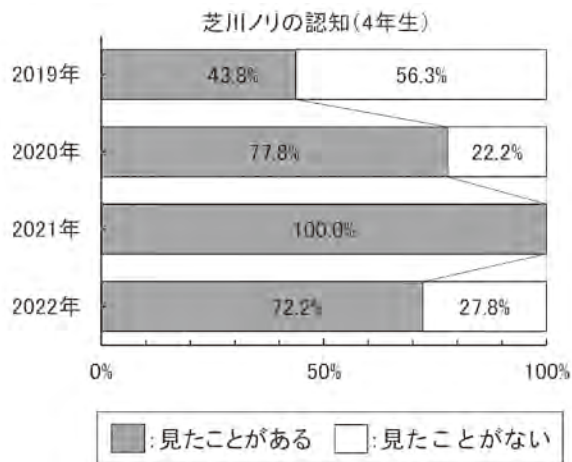


図5 芝川ノリを見た経験

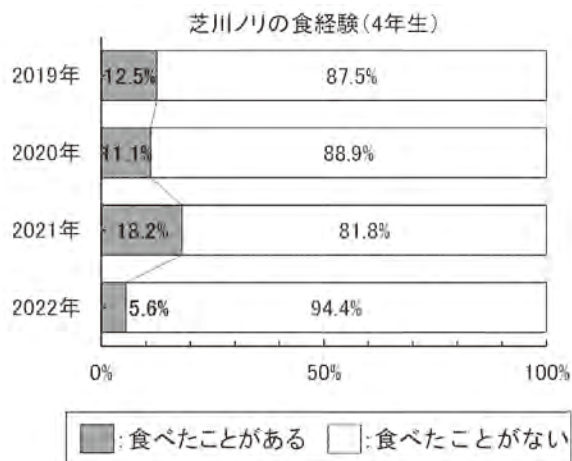


図6 芝川ノリを食べた経験

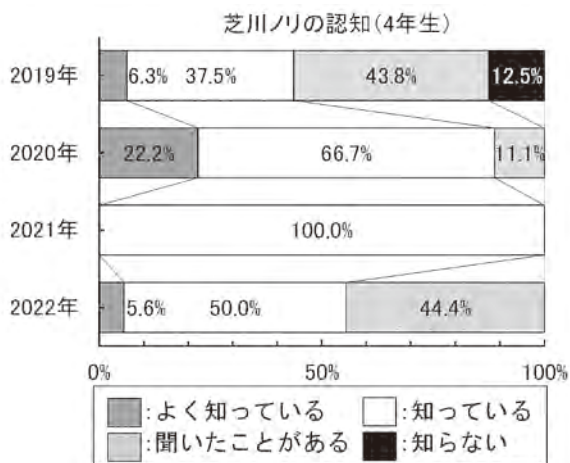


図4 芝川ノリの認知

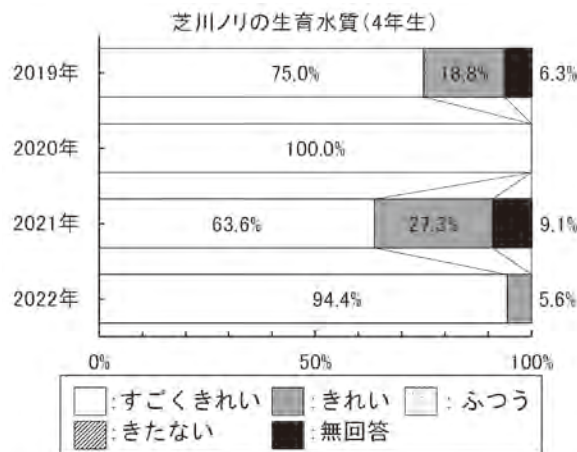


図7 芝川ノリの生育水質

3.2 カワノリの生育環境の理解

3.2.1 流速

カワノリが河川において生育している環境条件は、石川（2020）による研究から、流速条件として1.0 m/s以上の速い流れに生育することが示されている¹¹⁾。初回アンケートでは、予備知識がない状態でカワノリの生育する流速条件を0から1.0 m/s以上の4段階のスケールで表示して、該当する部分に丸を示す回答を数値に変換し整理した。その結果、図8に示されるように、初回アンケートの年次比較では、いずれの年次も正解である水の流れの速さ1.0 m/s以上よりも遅い値を回答しており、4年生の年次の違いによる回答に有意な差は認められなかった。次に、学年が進行することによる回答の推移比較を図9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。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、速さに関して学習指導要領では6年生で習うことになっており、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。

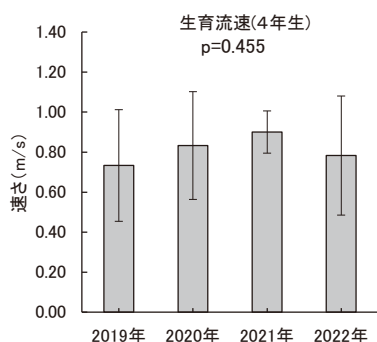


図8 初回アンケートにおけるカワノリの生育流速条件の回答

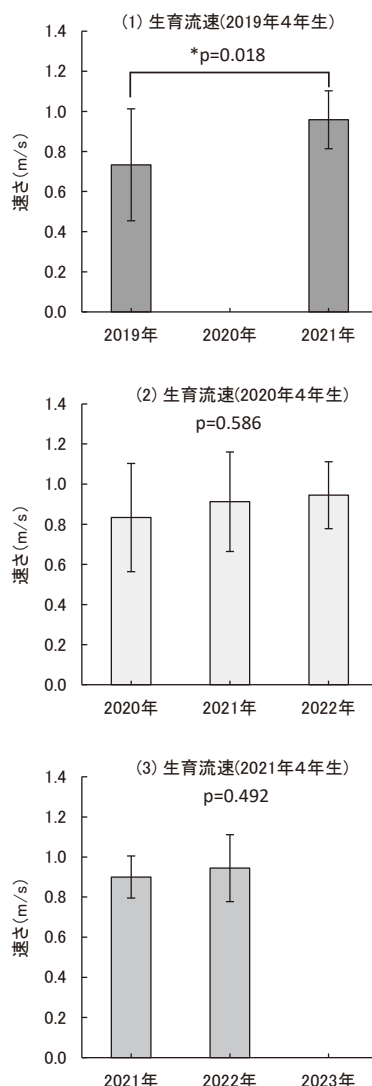


図9 カワノリの生育流速条件に関する回答の年次別学年進行比較

3.2.2 水温条件

カワノリが生育している水温条件は11~14℃であり、夏季でも低水温に生育することが示されている¹¹⁾。初回アンケートでは、予備知識がない状態でカワノリの生育する水温条件を5~20℃の4段階のスケールで表示して、該当する部分に丸を示す回答を数値に変換し整理した。水温条件の結果については、図10に示されるように、初回アンケートの年次比較では、正解である水温11~14℃よりも低い値を回答しており、4年生の年次の違いによる回答に有意な差は認められなかった。次に、学年が進行することによる回答の推移比較を図11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。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。このことから、カワノリが生育する水温条

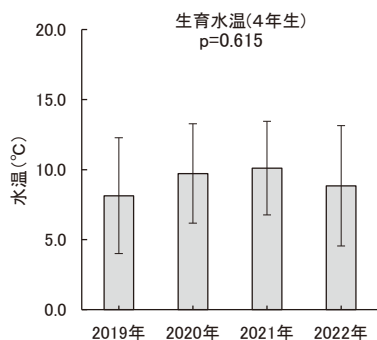


図10 初回アンケートにおけるカワノリの生育水温条件の回答

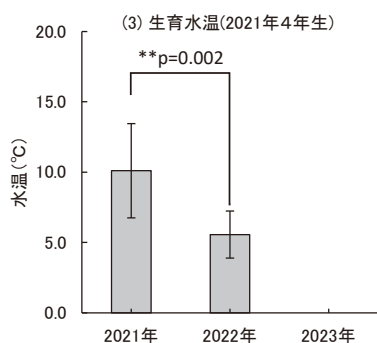
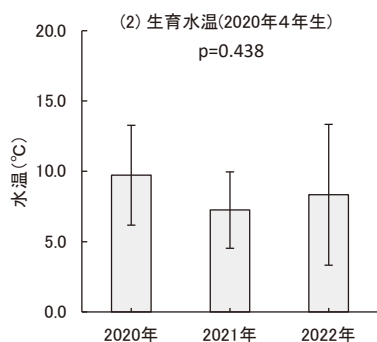
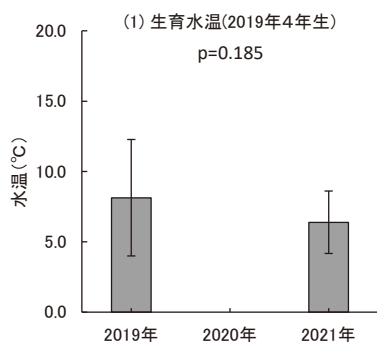


図11 カワノリの生育水温条件に関する回答の年次別学年進行比較

件に関する理解が不足しているので、今後は水温を感覚的、視覚的に理解できるよう、養殖実験を行っている水路の水を直接触り、デジタル水温計などを利用して水温を測定する機会を学習プログラム内に設ける必要がある。

3.2.3 水深条件

カワノリが河川において生育している水深条件は0～10 cmの水面付近に生育することが示されている¹¹⁾。初回アンケートでは、水深条件を0～20 cm以上の4段階のスケールで表示して、質問で該当する部分に丸を示す回答を数値に変換し整理した。水深条件の結果については、図12に示されるように、初回アンケートの年次比較では、正解である水深0～10 cmの水面付近よりも深い値を回答しており、4年生の年次の違いによる回答に有意な差は認められなかった。次に、学年の進行による回答の推移比較を図13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。具体的には、芝川ノリ学習を実施している4年生達の様子を見た上級生が『カワノリは日光が適度に当たる水面付近「浅い水深」で生育するのだよ』など、経験談を話す行為(情報・意見交換)が学習の振り返りとなっていることが推察される。学習後の振り返りは、知識、技能、態度・習慣の定

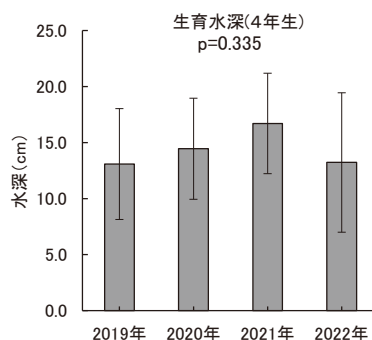


図12 初回アンケートにおけるカワノリの生育水深条件の回答

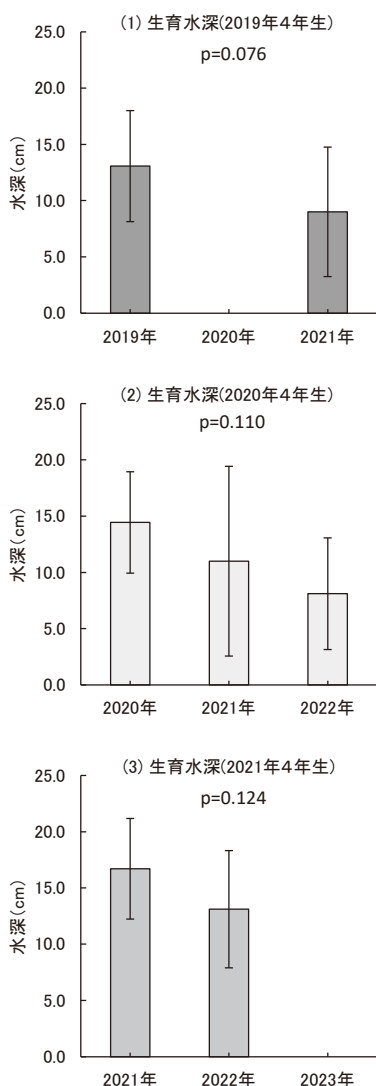


図13 カワノリの生育水深条件に関する回答の年次別学年進行比較

表2 芝川ノリ学習後の感想文(抜粋)

2021年4年生	2022年4年生
<p>4時間の間にいっぱい芝川ノリの事を教えてくれてありがとうございました。きれいな水と、ややきれいな水の中にいる水生生物の種類は、いっぱいあることが分かったのうれしかったです。芝川ノリの試食をさせてもらって、芝川ノりはすごくおいしかったので、残していけるようにしたいです。</p> <p>4時間も芝川ノリのことや、水生生物のことを教えてくれてありがとうございました。☆型簡易水質調査をした時に星型に近い星ができた時にすごいねとほめてくれてすごくうれしかったです。あと大学生にも手伝ってもらったり、教えてくれてありがとうございました。水生生物を調べた時にいろいろな水生生物があっておどろきました。これから芝川ノリのことを次の4年生に石川さんみたいに教えたいです。</p> <p>芝川ノリについて教えてくれてありがとうございました。まず☆型水質調査では、どれだけ水がきれいなかが分かりました。あと川が汚れるのは自分たちのせいなど、自分たちが気付いていないことをたくさん教えていただいてありがとうございました。</p> <p>芝川ノリの事を教えてくれありがとうございました。石川先生のおかげで、芝川ノリが、どこに生えていて、どんな条件で芝川ノリが生えてくるのがよく分かりました。水生生物や、白糸に流れている芝川とアマゴ池の水のきれいさも分かってとてもよかったです。そして、この4時間で芝川ノリをもっと増やしたいと思いました。今年はまだ芝川ノリが生えてきてないので、これから大切に育てていきたいです。</p>	<p>芝川ノリのことや水生生物のことなど、たくさんのことを教えてくれてありがとうございました。芝川ノリはとても貴重で珍しいきれいな所でした。学校の川で育ててくれたのですごくうれしかったです。これからは芝川ノリがもっと大きくなるように毎日ゴミを取ったりして工夫したいです。</p> <p>4回も白糸小学校に来てくれてありがとうございました。わたしは、実験系が大好きなので芝川ノリを作るのが楽しかったです。芝川ノリは、きれいな水の所と、流れが速い所にできると分かりました。最初に芝川ノリを見たときは、芝川の水ならどこでもできるのかな?とっていました。なのでわたしは、これからは川をきれいにして、もしゴミがあったら拾って捨てたいです。</p> <p>今回は、4回も来てくれたり、芝川ノリのことを教えてくれてありがとうございました。この芝川ノリ学習をしてみて、芝川は、天子山につながっていて、きれいなことが分かりました。これから僕は、芝川以外の川について調べて説明ができるようにがんばってみたいと思いました。</p> <p>この芝川ノリ学習で4回も白糸小学校に来てくださり、ありがとうございました。僕は、この芝川ノリ学習を通して芝川ノリにはどんな歴史があるのか、芝川の水は本当にきれいなのか、というこの疑問がとけて、僕は芝川にもっと興味を持ちました。僕は芝川を最も汚くしているのは、僕たち人間だと分かったので、川にゴミを捨てないなどに取り組んでいきたいです。</p>

着には有効なため、今後上級生と下級生を交えたワークショップなどを実施することが望まれる。

3.3 感想文による水環境に対する意識

芝川ノリ学習を受講した4年生2021年12名と2022年18名が、芝川ノリ学習後に提出した感想文の抜粋を表2に示す。感想文について、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¹⁶⁾。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。2021年と2022年の4年生30名の総抽出語は2,503語(2021年979語, 2022年1,524語)で、分析対象となる語は360語であった。まず、感想文中の上位に出てくる頻出語36個を整理したものを表3に示す。強制抽出語として設定した「芝川ノリ」が最も多く、次いで「ありがとう」36回、「教える」30回、「分かる」27回、「水」17回、「きれい」15回であった。年度の違いを見ると、2021年の4年生では、「生物」「水生」「知れる」「びっくり」などの出現頻度が高く、全体の学習の中で水生生物による水質評価に関する関心が高かったことが考えられる。また、2022年の4年生では、「分かる」「水」「川」「学習」「きれい」「育つ」「ゴミ」などの出現頻度が高く、水のきれいさを保つ意識に関する関心が高いことが考えられる。

次に、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係数を適用した共起ネットワーク分析を行った結果を図14に示す。これは、文章中に出現する語と語の出現パターンがともに出現する関係性を可視化したもので、記述回答の特徴を示すことができる。出現回数が多い語ほど円が大きく示され、同じSubgraph内で線と線で結ばれている語は関連性が強いことを示している。また、図中のCoefficientはJaccard係数を示し、1に近いほど関連性が強いことを示している。感想文の共起ネットワーク分析の結果、図14に示されるように、7個のSubgraphが得られ、それぞれの内容は「カワノリ生育環境に関する事項」「学習の感想」「新たな知見」「水質調査」「授業への感謝」「担当教員・学生」「水生生物」として要約できる。

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15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。これによると、2021年の4年生では、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年の4年生では、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、学習プログラムの中で水質調査の印象が強い傾向があり、これは第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年生は川へゴミを捨てない、川の水をきれいに保つ意見が多かったことは、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、地元住民の方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。

4 おわりに

本研究では、小学校4年生の総合学習の中で、地域の特産品の食材である「芝川ノリ」の生育環境を題材とした水環境学習プログラムを開発した。

表3 抽出の出現頻度

順位	抽出語	品詞	出現回数 2021年	出現回数 2022年	出現回数 合計
1	芝川ノリ	名詞	34	56	90
2	ありがとう	感動詞	17	19	36
3	教える	動詞	15	15	30
4	分かる	動詞	6	21	27
5	水	名詞	6	11	17
6	きれい	形容動詞	5	10	15
7	芝川	固有名詞	6	7	13
8	川	名詞	2	11	13
9	思う	動詞	5	7	12
10	たくさん	副詞可能	6	5	11
11	学習	サ変名詞	0	11	11
12	生物	名詞	8	3	11
13	育つ	動詞	0	10	10
14	水生	名詞	7	3	10
15	知る	動詞	4	6	10
16	石川	人名	5	4	9
17	先生	名詞	4	4	8
18	できる	動詞	3	4	7
19	ゴミ	名詞	0	7	7
20	時間	副詞可能	7	0	7
21	知れる	動詞	6	1	7
22	すごい	形容詞	4	2	6
23	びっくり	サ変名詞	6	0	6
24	もっと	副詞	2	4	6
25	ノリ	名詞	3	3	6
26	事	名詞	3	3	6
27	来る	動詞	1	5	6
28	いろいろ	形容動詞	5	0	5
29	おいしい	形容詞	3	2	5
30	育てる	動詞	1	4	5
31	今	副詞可能	0	5	5
32	作る	動詞	2	3	5
33	守る	動詞	0	5	5
34	食べる	動詞	3	2	5
35	水質	名詞	3	2	5
36	珍しい	形容詞	0	5	5

この中で、きれいな水とはどういうことか、水生生物、試薬、機器などを使った簡易水質測定の実験を通して、視覚的なきれいさだけでは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。授業内では、きれいな水の指標生物であるトビケラ類、カワゲラ類、ブユ、ヨコエビ類などが観察できた。

地域特産品（カワノリ）の生育環境の理解として、地元で絶滅危惧種で貴重食材である「芝川ノリ」があることを認知させることができた。特に、試食を通して郷土食への興味・関心も高められた。これは、農林水産省（2021）の第4次食育推進基本計画において重点課題として示されている「食の循環や環境を意識した食育の推進」や「食文化の継承に向けた食育の推進」^{17,18)}に対応しており、地域の食材を利用した「食育」活動の取組みにこの学習プログラムが貢献できた。

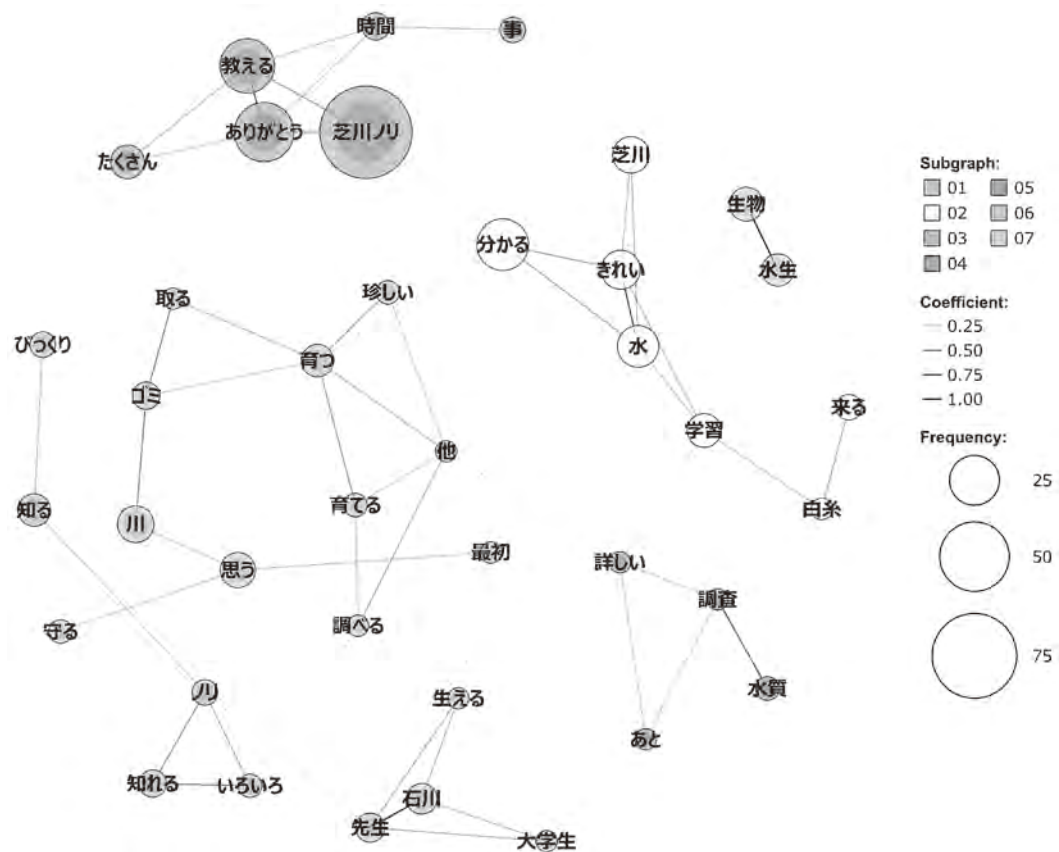


図14 感想文の共起ネットワーク（2021年12名，2022年18名）

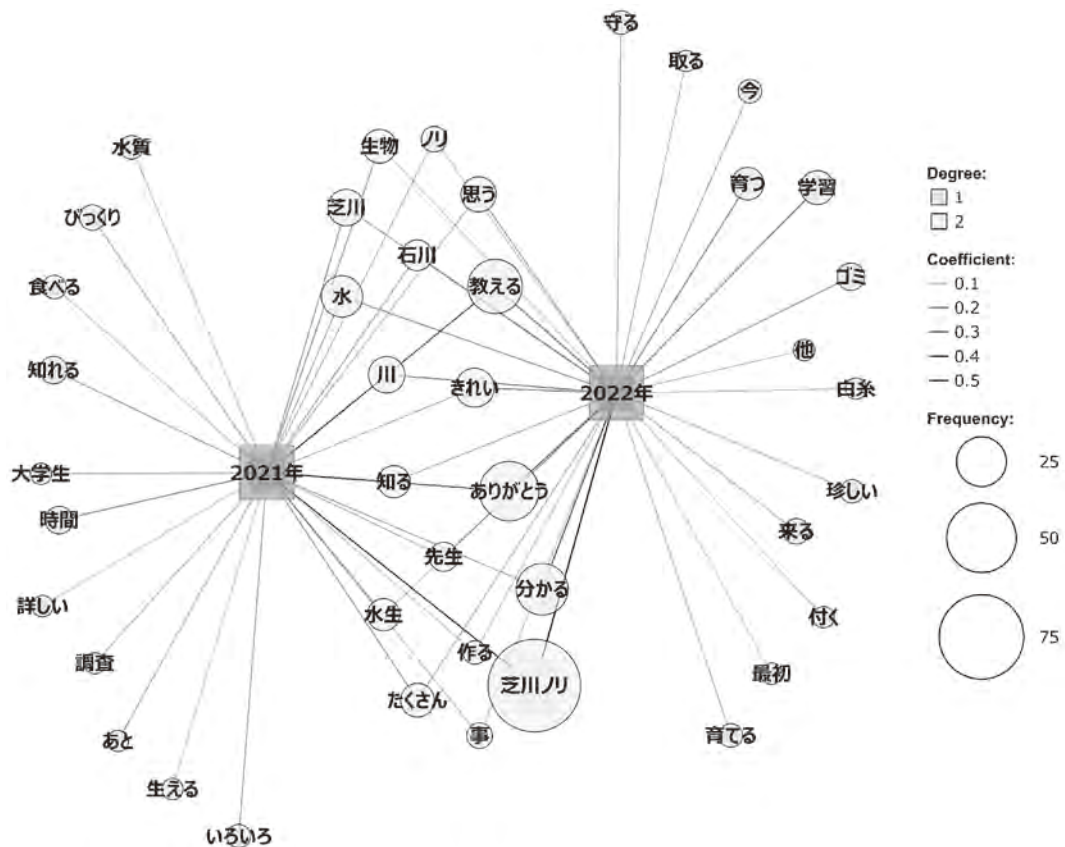


図15 年度別感想文の共起ネットワーク（2021年12名，2022年18名）

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。芝川ノリのラミネート加工した標本を作成し、持ち帰ることで家族や親戚への認知・普及活動に役立てられた。また、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、水環境保全意識が高まったものと考えられる。このようなことから、内発的動機づけに基づいた行動を確認でき、この環境学習の有効性を確認できた。カワノリという絶滅危惧種を通じた環境教育は、環境保全だけでなく教育、歴史・文化伝承、地域活性化の原動力となることが考えられる。

今後の発展として、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ことで、地域の自然環境に関する深い理解だけでなく、伝統食材としての歴史や文化の伝承に役立つことが挙げられる。また、特産品としてカワノリという特殊な食材ではなく、比較的容易に入手できる水と関わりある植物（例えばワサビ、クレソン、セリなど）を利用した水環境学習プログラムに発展させる必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたり、富士宮市産業振興部農業政策課食のまち推進室、環境部生活環境課には授業実施の手続き、情報提供で大変お世話になりました。また、富士宮市白糸小学校の児童および教職員の方々のご協力に対して心より感謝申し上げます。なお、本研究の一部は科学研究費補助金（課題番号18K02969、研究代表：石川元康）、富士宮市フードバレー推進協議会、日本大学国際関係学部生活科学研究所研究費の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国立教育政策研究所教育課程研究センター、環境教育指導資料（幼稚園・小学校編）、2014。https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/kankyo_k_n_eb.pdf（2023年3月31日参照）。
- 2) 文部科学省、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説（総合的な学習の時間編）、2017。https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_013_1.pdf（2023年3月31日参照）。
- 3) 国立青少年教育振興機構、青少年の体験活動等に関する意識調査（令和元年度調査）、2021。<https://www.niye.go.jp/research/summary/r3/taiken.html>（2023年3月31日参照）。
- 4) 中村安希・栗島英明、過去の自然体験が里山保全行動に及ぼす影響、環境情報科学論文集、25：pp.179–184.、2011。
- 5) 全国水環境マップ実行委員会、身近な水環境の全国一斉調査、<https://www.japan-mizumap.org>（2023年3月31日参照）。
- 6) 河川環境管理財団、川を活かした体験型学習プログラム、東京書籍、223p、2011。<http://www.kasen.or.jp/mizube/tabid163.html>（2023年3月31日参照）。
- 7) 環境省、水辺のすこやかさ指標（みずしるべ）「みんなで川へ行ってみよう！」2011。<http://www.env.go.jp/water/wsi/index.html>（2023年3月31日参照）。
- 8) Yatabe, R., A New Japanese *Prasiola*. Botanical Magazine. Tokyo, Vol.5, pp.187–190, 1891.
- 9) 遠藤吉三郎、海産植物学、博文館、pp.236–241, 1911.
- 10) 環境省、環境省レッドリスト2020、2020。<http://www.env.go.jp/press/107905.html>（2023年3月31日参照）。
- 11) 石川元康、カワノリ生育地域の環境と人間生活との関わり。日本大学国際関係学部生活科学研究所報告、第43号、pp.9–16, 2020.
- 12) 静岡県、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）、2021。<https://www.pref.shizuoka.jp/kurashikankyo/kankyo/taikisuishitsu/1002637/1002651/1043439.html>（2023年3月31日参照）。
- 13) 環境省水・大気環境局/国土交通省水管理・国土保全局編、川の生き物を調べよう、2000。http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/suisituhantei/text.pdf（2023年3月31日参照）。

- 14) 国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所, ☆型簡易水質調査シート, https://www.kkr.mlit.go.jp/kingi/kensetsu/offer_ippan/chosa_sheet.html (2023年3月31日参照).
- 15) Kanda, Y., Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics, *Bone Marrow Transplantation*, 48, 452–458, 2013.
- 16) 樋口耕一, 社会調査のための計量テキスト分析－内容分析の継承と発展を目して－ (第2版), ナカニシヤ出版, 264p., 2020.
- 17) 農林水産省消費・安全局消費者行政・食育課, 第4次食育推進基本計画, 2021. <https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/attach/pdf/kannrenhou-24.pdf> (2023年3月31日参照).
- 18) 農林水産省消費・安全局消費者行政・食育課, 第4次食育推進基本計画の概要, 2021. <https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/attach/pdf/kannrenhou-2.pdf> (2023年3月31日参照).