

カワノリ再生プロジェクト

静岡理科大学付属星陵高等学校

1 年 河寫翔悟 他 15 名

1 動機

本研究を始めた動機は、カワノリは日本特産の淡水緑藻であり、極地から温帯地域にいたる河川に分布することが知られている。本校が立地する富士宮市でも、かつてはカワノリが生育しており、芝川ノリまたは富士ノリとよばれる食品が製造されていた。現在では山間部の河川源流域や河川上流の水路において観察されることがあるが、生育量は大幅に減少しており絶滅危惧種Ⅱ類に指定されている。これまでに、富士宮市役所への聞き取り調査や現地での生育調査を行ってきたが、その減少の理由は明らかになっていない。本研究の目的は、カワノリ減少の原因およびその生態の解明を行うことで、最適な生育環境を明らかにすることである。また、カワノリの生育を再生することで、地域の特産や観光資源を創生するだけでなく、海や陸の豊かさなどの生態系の保全に関わる活動を展開することを計画している。

カワノリは、室町時代から希少価値特産物の献上品とされ、戦国時代には武田信玄により朝廷に献上されるなど、武家や上流階級に食品として茶席などで用いられたとの記録がある。古くから富士宮地域に馴染みがある存在であったカワノリだが、近年では種々の理由により生育場所が荒廃し、その採取量は減少しており、特産品としての商品化が不可能な状況となっている。カワノリについての研究を通して、地域の環境や生態系の変化や保全について学ぶきっかけとなるだけでなく、地域の歴史や食文化の保護や継承にかかわる活動を行うことができる。

これまでに、カワノリを採取して実験室内において生育を観察したところ、気温が高い環境では増殖が難しいことがわかった。そのため、春に採取したカワノリを冬の実験に用いるため、乾燥・凍結して保存する方法を確立した。しかし、詳細なカワノリの生態解明を行うためには、冷温で一定温度の条件における生育実験を行う必要がある。

2 背景

富士宮の河川では古くからカワノリが生育しており、かつては「芝川ノリ」または「富士ノリ」とよばれる食品が製造されていた。芝川ノリは、室町時代から希少価値特産物の献上品とされ、戦国時代には武田信玄により朝廷に献上されるなど、武家や上流階級に食品として茶席などで用いられたとの記録がある。昭和 20 年代までは 30～40 cm 程の大きさの「芝川ノリ」が年間 5,000 枚近くも生産されていた。このように、古くから富士宮地域に馴染みがある存在であったカワノリだが、近年では種々の理由により生育場所が荒廃し、その採取量は減少しており、特産品としての商品化が不可能な状況となっている。

カワノリ (*P. japonica*) は日本特産のカワノリ目カワノリ科カワノリ属の淡水緑藻であり、カワノリ属に属する藻類は、世界的には極地から温帯地域にいたる河川や海の沿岸に分布することが知られている。現在では、山間部の河川源流域や河川上流の水路において生育が観察されることがあり、絶滅危惧種Ⅱ類に指定されている。カワノリは河川上流の急流部の岩、河川のコンクリート U 字溝などに付着しており光合成を行う適度な日照が当たるところに付着していることが確かめられている。しかしこれらのデータは、一部のカワノリの生育地点の結果であることから、カワノリの生育に適した環境や生態のさらなる解明が必要である。

3 目的

現地での聞き取り調査、生育場所の調査、実験室内での生育実験を通して、カワノリ減少の原因およびカワノリの生態の解明を行うことで最適な生育環境を明らかにすることを目的とした。また、カワノリの生育を再生することで、地域の特産や観光資源を創生するだけでなく、海や陸の豊かさなどの生態系の保全に関わる活動を展開することを計画している。具体的には次のことを実施した。(1) 市役所や地域住民におけるカワノリに関する聞き取り調査、(2) 実験室内での生育・増殖試験、(3) カワノリを活かした街づくりのアンケート調査。

4 方法

(1) 市役所や地域住民におけるカワノリに関する聞き取り調査

富士宮市では、市内を流れる河川のデータを調査・保管していると考えられたため、これまでのカワノリの生育に関わる調査や資料に関する聞き取りを行った。また、富士宮市に調査場所を紹介していただき、生育状況を継続的に調査した。

(2) 実験室内での生育試験

河川からカワノリを採取し、学内の実験室において生育の確認や増殖試験を行った。カワノリの生態を調べるために、水温、流速、照度、水質が生育に与える影響を検証した。試験は、照射時間と温度を調節できる人工気象器（バイオトロン、NK システム社製）を用いて行った。カワノリは乾燥に強く、乾燥させても再び水に入れると生育することが分かっている。そこで、日本大学の石川先生にもアドバイスをいただき、カワノリを乾燥・冷凍保存して実験用のサンプルを管理することを検討した。用水路でカワノリを採取し、巻きすの上で乾燥させたのち、真空パックしたものを冷凍保存して保管する。これを自然解凍して生育実験を行う方法の確立を検討した。夏場にはサンプルの保存操作や現地の河川調査を主な活動とし、秋から冬にかけては冷凍したカワノリを自然解凍し、人工気象器や作成した循環水槽内に固定して生育試験を行う計画で活動する方針とした。そして、カワノリに水道水と川の水どちらの方が適しているかの実験を、濁度と見た目で判断をし、水の性質を調べる実験も行った。それ以外では、カワノリには、照度と温度どちらが重要なのかの実験も行った。

(3) カワノリを活かした街づくりのアンケート調査

富士宮市は、かつてはノリが名産品であった時代もあり、自然の恵みを活かした地域であったといえる。持続可能な社会を実現する目標である SDGs の達成にも関わる活動として、豊かな生態系を取り戻し、人、環境、地域に優しい町づくりについてカワノリをテーマに検討するためにアンケート調査を行った。アンケートは Web 上に配信した中高生が任意に回答したものを集計した。

(4) カワノリの減少した理由

いろいろな文献や地域住民などによるものを集め自分たちで採取をした際のものなどを集めてまとめをしたものである。

4. 結果および考察

(1) 市役所や地域住民におけるカワノリに関する聞き取り調査

富士宮市役所での聞き取り調査の結果、カワノリを現在も生産しているという記録はなく、地域の人が家のそばや敷地内でとれることはあっても、ほとんどカワノリ自体が見られなくなっている

との回答だった。水質調査や定点観測は継続しているものの、安定的に生育をしている場所はかなり少ないということが分かった。

番号	調査日時	芝川のりの量	水温 ℃	電導度 (μ S/cm)	流速 (m/s)	P H	D O	日照	付着物	付着水深 (cm)	付着状況	分類
1	11月29日 11:00	多い	10.3	78	0.6	7.9	11.0	並	岩	5	岩表面に付着	支流
2	11月29日 10:25	普通	10.0	96	0.6	7.4	11.8	並	岩	5	岩表面に付着	本流
3	11月29日 09:40	少ない	9.7	86	1.5	7.3	11.2	強い	岩	10	岩表面に付着	本流
4	11月29日 11:30	少ない	11.2	91	1.0	7.3	10.7	弱い	コンクリート	5	コンクリート表面に付着	本流
5	8月24日 13:30	多い	13.0	84	1.8	7.5	8.5	強い	コンクリート	10	コンクリート底面に付着	水路
6	8月24日 13:00	非常に少ない	12.7	86	2.0	7.0	10.0	強い	コンクリート	0	コンクリート側面に付着	水路
7	8月24日 10:45	なし	13.4	103		7.5	9.1					水路
8	8月24日 11:35	なし	13.7	97		7.4	9.9					水路
9	8月24日 15:50	なし	15.6	111		7.8	8.8					水路
10	8月24日 10:10	なし	16.1	145		7.5	9.6					水路
11	8月24日 11:50	なし	13.3	87		7.2	10.4					水路
12	8月24日 10:30	なし	13.5	89		7.3	9.6					水路
13	8月24日 09:55	少ない	17.1	101	0.5	7.9	9.4	並	コンクリート	3	コンクリート底面に付着	水路
14	8月24日 09:25	なし	15.1	142		7.1	10.2					神田川
15	8月24日 11:00	多い	17.2	96	0.6	8.3	9.5	強い	コンクリート	3	コンクリート底面に付着	水路
16	8月24日 13:15	中	14.1	83	1.8	7.4	8.7	強い	コンクリート	5	コンクリート底面に付着	水路
*付着水深は水面からの深さ												

富士宮市が行ったカワノリの定点観測では、1990年以前には14カ所以上で観察されていたが、2017年には原用水、北山用水、青木発電所山根堀下、上出用水分岐用水路、内野用水の5カ所しか観察されていない。そして、2021年度では、資源確保の観点で場所は公開できないが、約9カ所で観測されている。そのため、カワノリの生育状況の調査対象となる地域がかなり限られ、場所によってはアクセスが困難な箇所もある。調査の開始当初から安定的に生育している場所はなく、年によって生育が見られたり全く見られなくなったりなどの変動が大きいことも分かった。カワノリがよく採れていた頃のことを覚えている地域住民の方も少なく、文献などもあまり残されていない状況である。さらに、水質の変化、地域住民の管理の有無、および環境変化の影響などのデータと複合的に解析する必要があると考えられた。カワノリは標高が高く、河川源流部に近くに生育が観察された傾向があるため、流速が早く、水温が低い場所であることが望ましいと思われる。

図1. 2021年度富士宮市カワノリの調査結果表(資源保護場所は開示しない)

(2) 実験室内での生育試験

カワノリを採取し、ピーカーに入れたのち、水流をつくるためにスターラーで攪拌したものと、静置したものを用意した。各ピーカーを人工気象器の中で、1日に12時間の光を照射しながら20℃で保管した。結果は、室内の温度が高かったため、カワノリの生育に適した温度にならなかったことが影響し、生育を確認することができなかった。また、攪拌の方法が適切でなかったため、カワノリが細かく切断されてしまうため、他の方法で水流を作る必要があった。カワノリの生態を明らかにするためには様々な要因を整理して、

地道な比較実験を行う必要があり、実験を行う時期も気温が高い季節には困難であった。そこで、今後は冷却を行いながら水を循環できる装置を作成して実験を行うこととした。

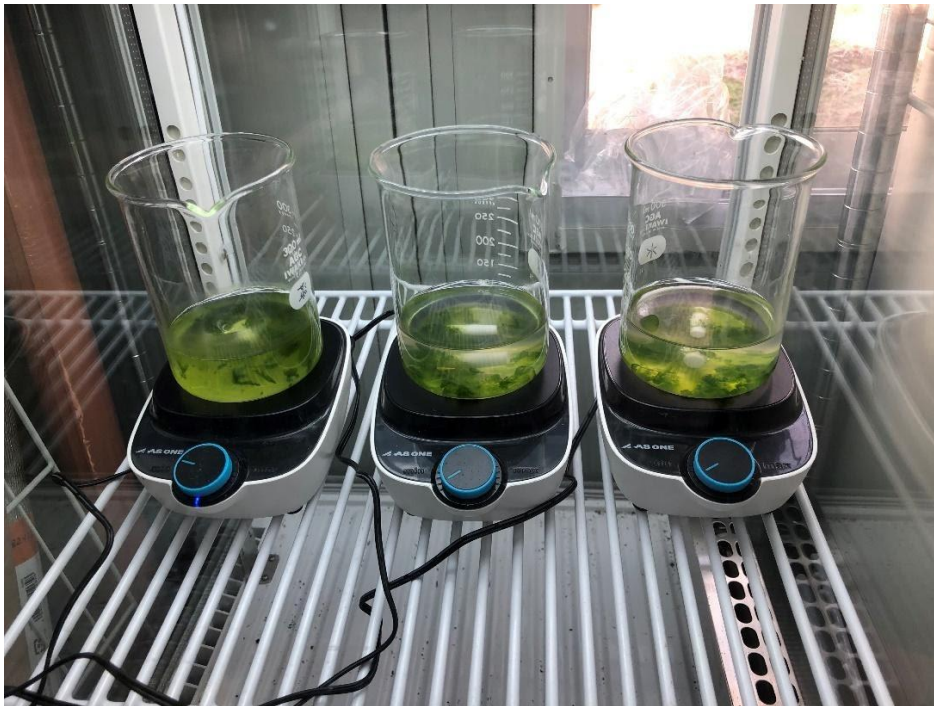


写真 1. 生育実験の様子

カワノリには小さな虫とその卵らしきものの付着が見られた。虫を採取して顕微鏡で観察したところ、ユスリカの幼虫であることが分かった。ノリを作成する際にはこの虫を取り除く必要があるため、簡易な除去方法や付着の防止なども今後は検討していくこととした。カワノリの乾燥・凍結保存については、冷凍保存したものを解凍しても生育（胞子の放出）を確認することができた。そして、カワノリに水道水と川の水どちらの方が適しているかの実験を、濁度と見た目で判断をし、水の性質を調べた結果カワノリは川の水が適しており簡易濁度系を使ったところ水道水より川の水のものの数値は、1.5倍となっていることが分かった。水の性質は、COD(化学的酸素要求量)の値を調べたところ水道水は4川で採取をした水は2という値が出てカワノリはきれいな水の中だと、胞子が排出されやすいことが分かった。

そして、水温の関係では、外気温を15℃と5℃の二通りで実験を行った。結果は、カワノリの胞子量は、変化しなかった。このことから、カワノリの温度は、15℃までの低温であれば、生育することが可能と分かった。そして、照度の実験では、外気温を同一にし、1週間照度をあてたものとあててないものの二通りで行った。結果は、照度を一週間あてたものが、簡易濁度計によると、当ててないものよりも約1.5倍高い数値を出した。このことから、カワノリの胞子排出量は、照度が深く関係していることが分かった。



写真 2. カワノリに付着する
虫の顕微鏡写真



写真3. 乾燥凍結法の実施の様子（左：ゴミや虫の除去、中央：乾燥中、右：乾燥後）

表1. 人工気象機での温度の対照実験の結果

経過日数	1	2	3	4	5	6	7
外気温15℃	145	158	167	174	192	211	224
外気温5℃	148	160	171	175	198	201	216

表2. 人工気象機での照度の対照実験の結果

経過日数	1	2	3	4	5	6	7
24時間照度あり	153	189	253	326	343	367	377
24時間照度なし	124	142	184	255	257	265	244

(3) カワノリを活かした街づくりのアンケート調査

アンケートは、43名の中高生と説明会参加者の中学生86名から回答を得られた。カワノリを知っているかという質問では、約60%が知らなかったと回答した。知っている生徒も本校生徒がカワノリの活動をしていることが影響していると考えられ、認知度は低いことが明らかになった。普及活動を進めなければ、この地域からカワノリについての歴史などは失われる可能性があることが示された。身近な水辺（川、湖、海、ダム等）について、どのように思っていますかという質問では、「よい環境だと思う」生徒と「良い環境だと思えない」生徒の両方が同数程度いる結果となった。良くないと回答した生徒は、「ゴミが多い」、「水が汚い」と考えており、「わからない」という回答も目立った。体験的なものではなく、環境が悪くなっているという印象などの影響もある可能性がある。

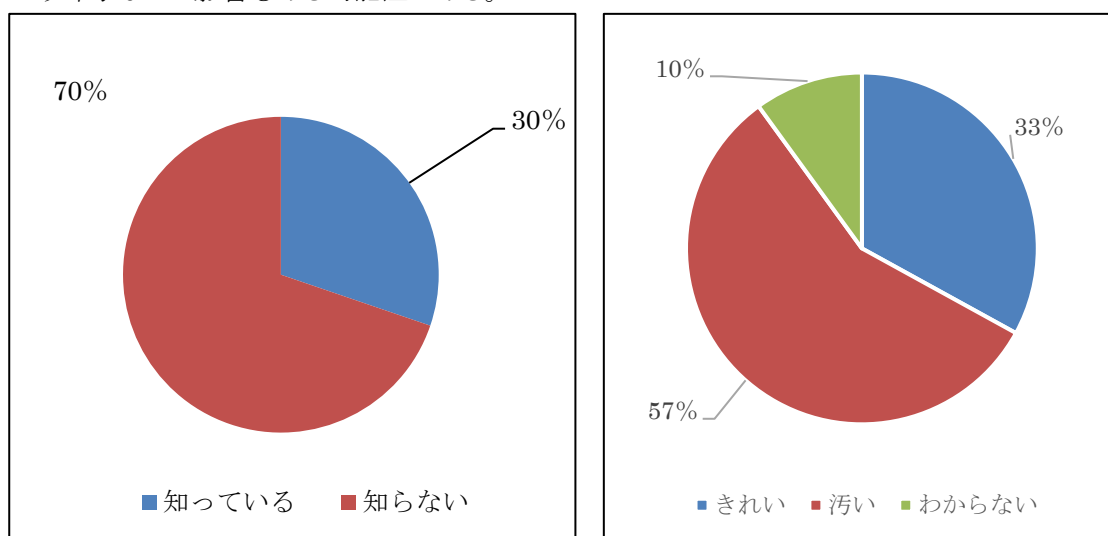


図2. アンケート調査結果（質問：カワノリを知っていますか？）

（質問：身近な水辺についてどのように思っていますか？）

街づくりや地域づくりを行っていく上で、水や水辺にどのような役割を期待しますかという質問に対しては、「貴重な自然環境」や「美しい景観」を望む生徒が多かった。富士宮地域は、富士山の裾野に広がる場所にあり、豊富な水資源を活用した産業が発展した特徴を持っている。水資源を保全しつつ、カワノリが生育する環境を取り戻すことは、この地域の振興に大きく貢献できると考えている。

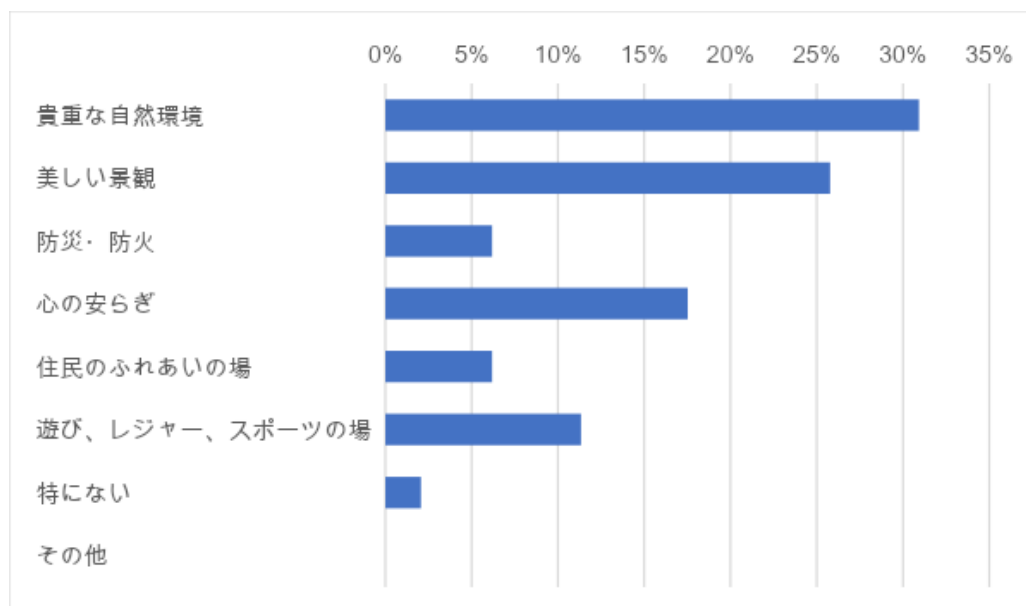


図3. アンケート調査結果（質問：街づくりを行う上で、水辺にどのような役割を期待しますか？）

（4）カワノリが減少し続けている原因

カワノリの減少している原因の詳しい詳細は不明である。がしかし、石川准教授の発表によると、近年のカワノリの減少は、護岸工事や砂防ダムの建設などによるものや、水質悪化、川付近の木の高層化など多くの可能性があるが、いまだ原因が解明されていない。だから、自分たちで原因を解明していきたいと思う。先日、富士宮市でカワノリを採取した。昨年採取をしに行ったとき、よりかはるかに量が減少してしまっていることが分かった。去年は、採取をした時には10分もかからずに40g採取することが出来たが、今回採取をした時には、30分で40gを採取したので時間的に考えて減少がわかると思います。なので、これがどのように准教授の唱えている減少の可能性に合うのかなどの実験もしていきたいと思う。

5. まとめ

富士宮市の定点観測やカワノリに関するデータから、生育環境は次のようにまとめることができる。①水温11～14度、②川の流速約1メートル毎秒、③日当たりが良く暗すぎない場所、④水深20センチ以下の場所である。標高が高い場所、水温が他の場所よりも低い場所、流速が比較的早い場所に多くみられることから、カワノリの生育スピードは遅く、他の生物との生存競争に不利な生態である可能性が考えられた。定期的にカワノリを採取しなくなることで、カワノリが生育しにくい環境に徐々に変化していったことも要因の一部である可能性が示唆された。さらに、カワノリが生育する周辺の環境においても、森林の管理が行われず、日照時間が減っていることも影響したと思われる。このように、河川、周辺環境、人の管理の有無などの変化により、生態系のバランスが変化をし、以前生育していた環境と違いが生じてきたことがカワノリの生育に影響したと考えられた。そのため、カワノリの再生にあたっては、カワノリだけの生育だけでなく、つながりのある周辺の環境や人の管理の方法なども含めて考えていく必要があるとわかった。豊かな自然の資源を生態系に負荷をかけることなく持続可能な環境として守っていけるような街づくりを今後も検討していく予定である。

6. 今後の展望

今後予定している実験は、異なる素材でできたロープを使用し、どの素材にカワノリの胞子が付着するか、ロープ以外のものでは、どのような素材が含まれているものに付着しやすいのか、胞子が付着した素材を入れて、循環できるような装置に入れてどのような変化が起こるのか、そして引き続きアンケート調査等を行いたいと思う。

◆参考文献

- (1) 富士宮市HP <http://www.city.fujinomiya.lg.jp/food/11ti2b00000001cu9.html>
- (2) 富士宮市から提供いただいた資料
- (3) 日本海藻協会HP <http://japan-seaweed-association.com/>
- (4) 2020 年度日本大学国際関係学部生活科研究所 WEB シンポジウム
「カワノリ生育地域の環境と人間生活との関わり」より一部抜粋