

資料

岐阜県の円原川における カワノリの分布および照度の現状

岸 大弼*1・下本英津子*2・山口晋一*3

Distribution of the edible freshwater alga *Prasiola japonica* YATABE and illuminance levels in Enbara Stream in Gifu, central Japan

Daisuke KISHI*1, Etsuko SHIMOMOTO*2 and Shinichi YAMAGUCHI*3

The distribution of the edible freshwater alga *Prasiola japonica* YATABE was investigated in the Enbara stream in Gifu, central Japan. Although both the upper and lower limits of its distribution area along this stream as of 2021 were similar to the ranges reported during the 1950s, its present distribution is discontinuous, with a decreased abundance throughout its range. Low relative illuminance values were reported for 40% of the stream. Although high density of *P. japonica* occurred in a section with medium illuminance, lower densities were found in stream sections with low and high illuminance values. Because the results indicate that the density of *P. japonica* may be related to illuminance, its relationship with riparian vegetation warrants further investigation.

キーワード：長良川水系，食用淡水藻類，溪畔林，相対照度
2021年9月17日受付 2022年3月7日受理

カワノリ *Prasiola japonica* YATABE は、緑色植物門トレボウクシア藻綱カワノリ目カワノリ科カワノリ属の1種で、古くから食用にされてきた淡水藻類である (Yatabe 1891, 遠藤 1911, 東 1913, 水井ら 1980)。カワノリは、関東、東海、近畿、四国、九州地方の一部の水系の上流部の河川でのみ確認されており、1980年代までの調査によって国内の分布域が概ね解明されている (遠藤 1911, 東 1913, 1935, 大地 1957, 小林 1966, 1967, 1969-1971, 岩本 1984, 原口 1995)。しかし、1960年代以降、各地でカワノリ生育地が天然記念物に指定されているように (石川 2009, 2010)、高度経済成長期には減少が始まっていたと推測される。現在、カワノリは環境省レッドリストで絶滅危惧II類に選定されている (吉

田 2015)。これまでにカワノリの分布が報告されている全国 66 河川のうち現存が確認されているのは 36 河川に留まっており (石川 2020)、カワノリの減少はもちろんのこと、食文化の衰退が懸念されている。

岐阜県は、戦前からカワノリの産地のひとつとして知られ (Yatabe 1891, 遠藤 1911, 東 1913, 1935)、これまでに山県市、本巣市、揖斐郡揖斐川町の計 9 河川で分布が確認されている (大地 1957)。そのうち山県市は、カワノリが特産物として長年利用されてきた地域であり、江戸時代天保年間に幕府へ献上されたという記録があるほか、明治時代には全国規模の博覧会に出品された実績がある (東 1922, 1926)。なかでも円原川は、県内第一の産地とされ (大地

*1 岐阜県水産研究所下呂支所

〒509-2592 岐阜県下呂市萩原町羽根 2605-1

Gero Branch, Gifu Prefectural Research Institute for Fisheries and Aquatic Environments, 2605-1 Hane, Hagiwara, Gero, Gifu 509-2592, Japan

Email: kishi-daisuke@pref.gifu.lg.jp

*2 日本福祉大学

*3 山県市集落支援員

1957), 定量的な調査は実施されていないが, 1970年代までは相当量が生育していたと報告されている(岩谷 1984)。しかし 1980年代は, 詳細は不明であるものの, 「皆無に等しい」といった記述があり(横関 1985), カワノリは絶滅に近い状態になったと推測される。また, この地域におけるカワノリの食文化は同時期に衰退したものと推測される。

円原川では, 20年以上報告が途絶していたが, 2010年に数株のカワノリが発見され(石川 2010), 幸いなことに絶滅が回避されたことが明らかになった。現在, 山県市ではかつての特産品であるカワノリが貴重な地域資源として再注目され, 食文化の継承に向けた活動が開始されている。その一方でカワノリには希少種という側面もあるため, 食文化と保全を両立させることが課題となっている。しかし, 現在のカワノリの生育状況はほとんど把握されておらず, 食文化と保全の両立に関する議論が進展していないのが実情である。そこで本研究では, そうした議論の素地として必要な基礎情報を収集するため, 円原川におけるカワノリの生育状況を調査した。また, カワノリの生育には複数の環境要因が関与していると考えられるが(岩本 1984), 今回の調査では, 諸研究で言及されている光環境(東 1926, 大地 1957, 長谷井・伊藤 1994, 原口 1995, 石川 2020)に注目し, 円原川で照度を測定してカワノリの生育状況との関連性を検討した。

材料と方法

調査は, 2021年(生育状況調査: 5月15日, 照度調査 5月26日, 補足調査 8月30日)に岐阜県山県市の長良川水系武儀川支流神崎川支流の円原川で実施した(図1)。円原川は全長約 8kmで, 平水時は途中で伏流区間が存在する。1950年代は, カワノリがその伏流区間の下流端にある「水吐き」と呼ばれる湧出地点(表流水が再出現する地点)から神崎川合流点までの約 2.5kmの範囲に連続的に分布していた(大地 1957)。本研究では, それと同一の範囲(現地で実測した流路長は 2,505m)を調査の対象とした。この範囲における平水時の水面幅は 7.5~12.9m(平均 10.6m), 水表面積は 26,453m²である。河畔域の植生は, スギ *Cryptomeria japonica* 人工林が主体である(岐阜県建設研究センター 2021)。

カワノリは, 一般に水深 20cm以下および流速 100cm/s以上の場所に生育する(右田 1956, 石川ら 2007, 石川 2020)。そのため, 調査区間(長さ 20m)は水深 20cm以上の場所が優占する淵あるいは流速 100cm/s以下の場所が優占する平瀬を避け, 水深 20cm以下かつ流速 100cm/s以上の場所が存在する瀬に設定するようにした。また, 災害復旧工事が実施されている地点も避けたため, 69~186m

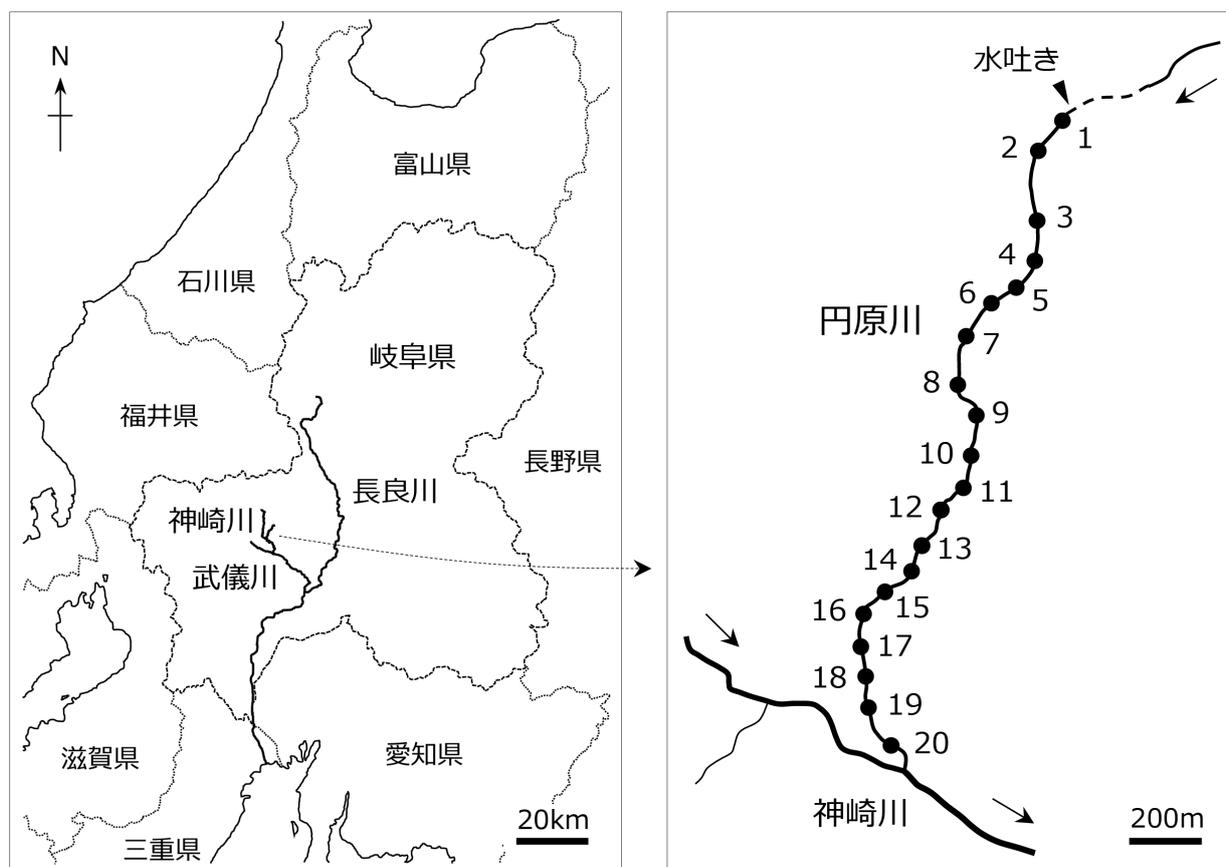


図1. 円原川および調査区間1~20の位置
(右図内の矢印は流向を示す)

の不等間隔で調査区間 1～20を設定した(図1)。水面面積は、各調査区間の上流端・中間・下流端の3地点においてレーザー距離計(DLE70 Bosch製)を使用して水面幅を0.1m単位で測定し、それらの平均値に区間長20mを乗じて算出した。

カワノリが着生している岩(以降、着生岩と記述)の計数は、5月15日に実施した。カワノリは水中の岩だけでなく水上に露出した岩にも着生することから(右田1956, 原口1995, 石川2020)、水中および水上の両方を目視で観察した。水中の観察には箱メガネを使用した。

照度(lux)は、5月26日10～14時に各調査区間の上流端・中間・下流端の3地点の流路中央付近において1回ずつ、水面上空1.5mの位置で照度計(TR-74Ui-S ティアンドディ製)を使用して測定した。照度は短時間で変動することから、複数の調査区間を比較する場合は一般に相対照度(対照地点の照度を100%としたときの調査区間の値)が使用される(中村・伊藤2019)。そのため、本研究の解析でも相対照度を使用した。対照地点は円原川周辺の遮光物がない陸上とし、そこに同型の照度計を事前に設置しておき、調査区間における測定と同時刻の照度を自動測定した。相対照度は各調査区間の上流端・中間・下流端を個別に算出し、それらの平均値を解析に使用した。

解析では、カワノリの着生岩の密度に対する相対照度の影響について検討した。本研究では、統計ソフトR version 4.0.3およびパッケージMuMInを使用し(Bartoń 2018, R Development Core Team 2020)、応答変数にカワノリの着生岩数、説明変数に相対照度、オフセット項に水表面積の対数値、誤差構造にPoisson分布、リンク関数にlogを指定した一般化線形モデル(ポアソン回帰)を作成した。カワノリは、暗い場所に少なく、明るい場所に多いとされている(東1926, 大地1957)。ただし、明るすぎる場所は生育に不適であり、中程度の明るさの場所を好適とする見解もある(長谷井・伊藤1994, 原口1995, 石川2020)。ポアソン回帰

では通常は上昇(または下降)傾向の曲線が推定されるが、本研究では凸型(または凹型)の曲線も推定できるよう、相対照度の二乗項を説明変数に追加した。すべての説明変数の対数結合によるモデルをもとに説明変数の総当たりの組み合わせによりモデルを作成した後、赤池情報量基準(AIC)の値が小さい上位モデル($\Delta AIC \leq 2.0$)の中からベストモデルを採用した。

円原川では、これまで照度調査が実施されることがないため、数値による過去と現在の照度の比較は不可能である。そこで本研究では、補足調査として過去および現在の溪畔域の植生の概況を写真で比較することとした。過去の写真は、地域住民から提供された1960年代の半ば頃の夏季(年月日は不明)のものを使用した。撮影場所は、水吐きの下流側700m付近(調査区間5と6の中間)および1,000m付近(調査区間7と8の中間)である。現在の写真は、8月30日にそれらと同じ場所で撮影した。また、撮影場所に長さ20mの区間を設定して上流端・中間・下流端の3地点の流路中央付近において照度を測定し、前述の照度調査と同じ方法で相対照度を算出した。

結果

生育状況調査の結果、カワノリは、水吐きから神崎川合流点付近までの範囲に分布していることが確認された。ただし、調査区間2, 3, 10, 14, 15(水吐きの下流側200～400m, 1,300m, 1,700～1,800m付近)では、カワノリが生育していないか、ほとんど生育していなかった(図2)。20箇所の調査区間における着生岩数は0～28個、平均7.8個であった。着生岩の密度は0～13.0個/100m²、平均3.71個/100m²であった。

照度調査の結果、20箇所の調査区間における相対照度は3.6～75.0%、平均32.6%であった(図2)。調査区間2, 5, 7, 10, 14～17(水吐きの下流側200m, 600m, 900m, 1,300m,

表1. カワノリの着生岩数を説明する一般化線形モデル

モデル	推定値(標準誤差)			AIC	ΔAIC
	切片	相対照度	相対照度の二乗項		
1	-4.89 (0.29) *	0.08 (0.02) *	-0.001 (0.0002) *	169.1	0
2	-4.06 (0.16) *	0.02 (0.003) *		183.8	14.8
3	-3.71 (0.12) *		0.002 (0.00004) *	195.8	26.7
4	-3.31 (0.08) *			221.9	52.8

* $p < 0.001$

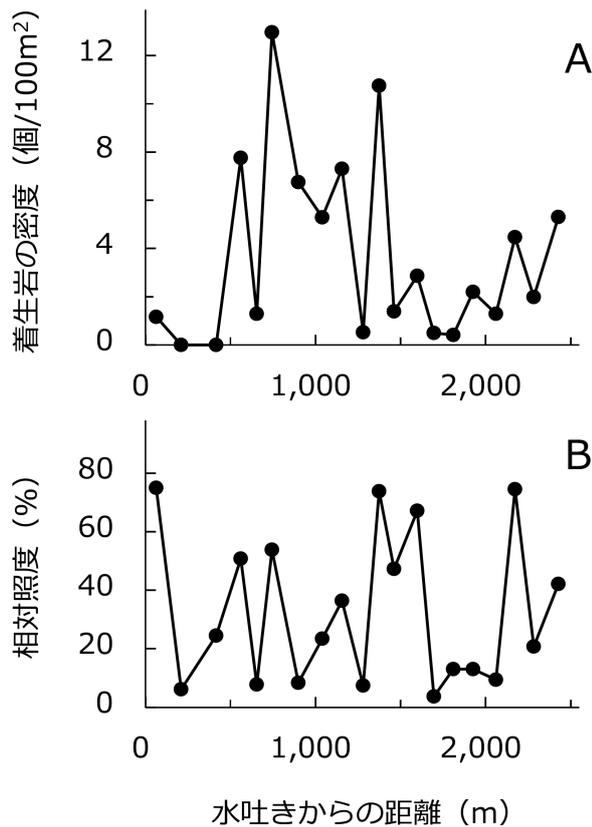


図2. 円原川の調査区間1～20におけるカワノリの着生岩の密度 (A) および相対照度 (B)

1,600m, 1,700～2,100m付近)では、相対照度は20%以下であった。また、解析の結果、4つのモデルが作成された(表1)。モデル1は、説明変数として相対照度およびその二乗項の両方が選択され、着生岩は相対照度が低い地点および高い地点で密度が低く、相対照度が中程度の地点で密度が高くなるという凸型の傾向が示された。モデル2は、説明変数として相対照度が選択され、相対照度が高い地点ほど着生岩の密度が高くなるという傾向が示された。モデル3は、説明変数として相対照度の二乗項が選択され、相対照度が高い地点ほど着生岩の密度が高くなるという傾向が示された。モデル4では、説明変数として相対照度およびその二乗項がどちらも選択されなかった(Nullモデル)。以上のモデルのうち、 ΔAIC の値が2.0以下となったのはモデル1だけであったことから、それをベストモデルとして採用した。前述のように、着生岩は相対照度が低い地点および高い地点で密度が低く、相対照度が中程度の地点で密度が高くなるという凸型の傾向が示された(図3)。着生岩の密度が最も高くなるのは相対照度56.0%のときで、6.78個/100m²と推定された。また、相対照度24.5%ならびに87.4%のときには、着生岩の密度は3.89個/100m²に半減すると推定された。

補足調査では、700m付近では、1960年代は溪畔域の植生によって主に左岸側に日陰が形成されていたが、2021年は両岸に日陰が形成されていることが確認された(写真1)。

1,000m付近では、1960年代は左岸側にのみ日陰が形成されていたが、2021年は流路の中央にまで日陰が形成されていることが確認された。2021年の相対照度は、700m付近が19.4%、1,000m付近が18.1%であった。

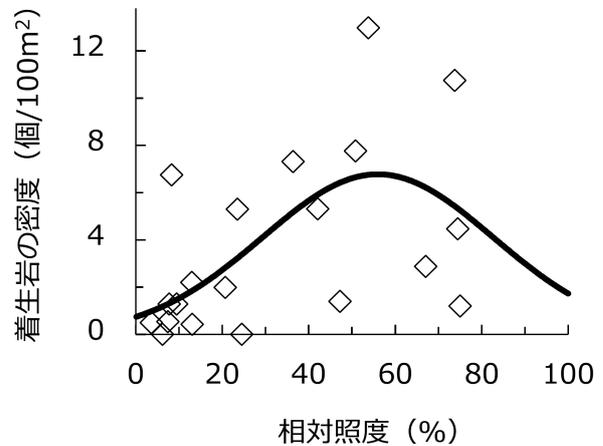


図3. 円原川におけるカワノリの着生岩の密度と相対照度の散布図および一般化線形モデルで推定された曲線

考察

円原川のカワノリについては、東(1922,1926)、大地(1957)、岩本(1984)、横関(1985)、石川(2010)といった複数の報告があるが、十分な情報が記載されているものは大地(1957)の報告に限定される。大地(1957)によれば、円原川では、1950年代は水吐きから神崎川合流点までの範囲にカワノリが連続的に分布していたという。今回の生育状況調査の結果、現在の分布域の上限および下限は1950年代と同様であることが確認された。円原川では、定量的な調査はこれまで実施されてこなかったが、大地(1957)が「カワノリが盛んに生育し県下第一の産地」と記述していることから、1950年代は十分に繁茂していたものと考えられる。一方、現在はカワノリが生育していない区間もしくはほとんどが生育していない区間が複数あり、生育状況は良好とはいえない。また、1980年代は、断片的な情報しかないものの、横関(1985)は「皆無に等しい」と記述しており、1950年代より大幅に減少していたものと推測される。現在の円原川は、瀬において平均3.71個/100m²の着生岩が確認され、1980年代より生育状況が回復している可能性がある。以上の結果から、現在の円原川のカワノリは、1950年代の生育状況には及ばないものの、1980年代ほどの低水準ではないと考えられた。ただし、岩本(1984)および横関(1985)には断片的な情報しか記載されておらず、1950年代以降の河川環境の変化については知見がほとんどないのが実情である。そのため、1980年代にカワノリが減少した要因ならびに近年になってやや回復している要因は不明である。今後は、地域住民への

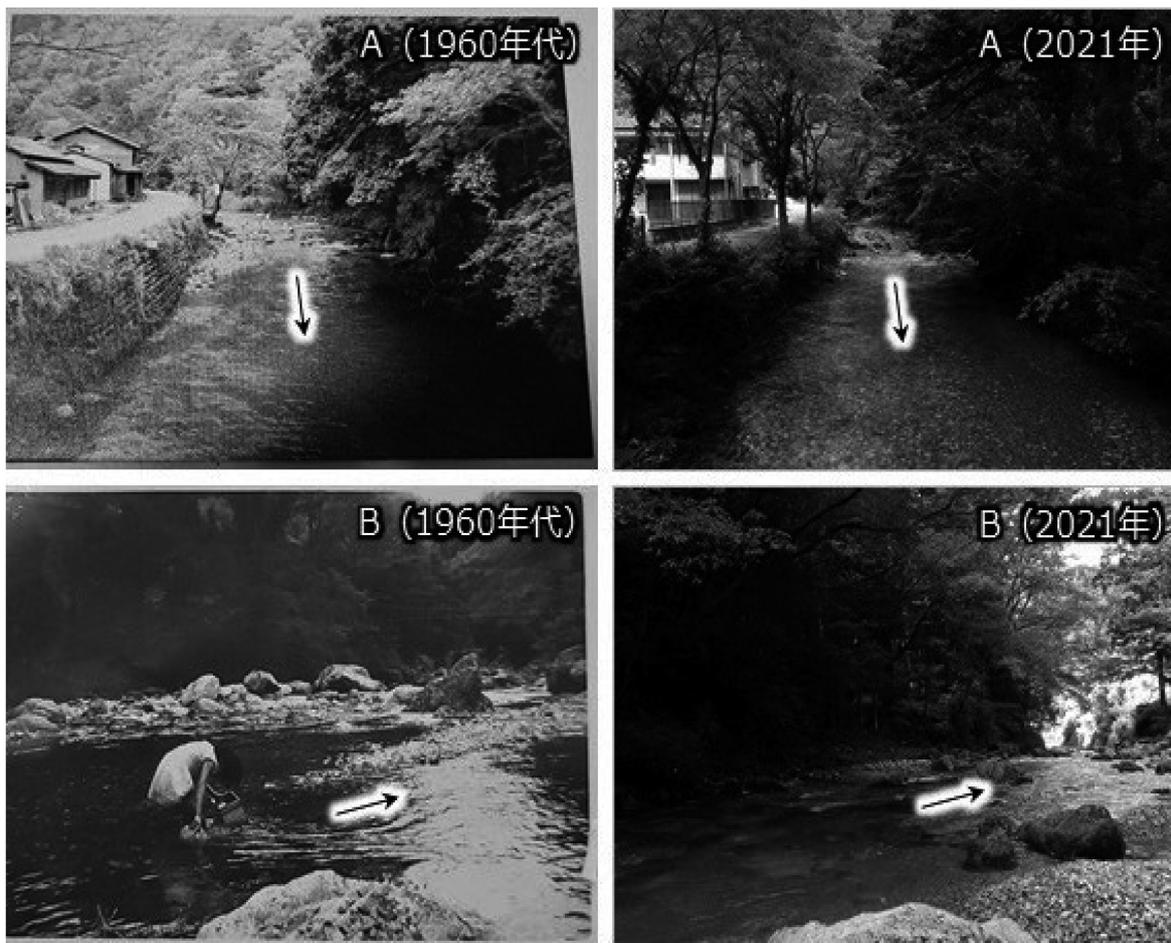


写真 1. 円原川の水吐きの下流側 700m 付近 (A) および 1,000m 付近 (B) における 1960 年代と 2021 年の様子 (矢印は流向を示す)

聞き取り調査を行い、河川環境の経年変化について情報を収集することが望まれる。

本研究では、カワノリの着生岩の密度は、相対照度 56.0% で最も高く、24.5% 以下ならびに 87.4% 以上のときにはその半数以下になることが示された。したがって、概況としては、相対照度 20% 以下の暗い場所ならびに 90% 以上の明るい場所はカワノリの生育に不適と考えられた。これらの結果は、中程度の明るさがカワノリの生育に好適であるとする長谷井・伊藤 (1994)、原口 (1995)、石川 (2020) の見解を支持するものといえる。明るい場所がカワノリの生育に適していないことは強光障害に起因するものと考えられる (原口 1995)。また、暗い場所がカワノリの生育に適していないことは諸研究で示されており (東 1926、大地 1957、鈴木ら 1991、長谷井・伊藤 1994、原口 1995、石川ら 2007、石川 2020)、今回の調査でもそれが裏付けられた。現在の円原川では、相対照度が 90% 以上の調査区間はなかったものの、20% 以下の調査区間が 8 箇所あり、全 20 箇所のうち 4 割が暗い状態であることが確認された。同様に、写真 1 の撮影場所も相対照度が 19.4% および 18.1% と暗い状態であることが確認された。一方、1960 年代は、現在より日陰が小さかったことが写真から示唆された。写真 1 を撮影した 700m 付近

および 1,000m 付近は、いずれも右岸側に道路および左岸側にスギ人工林が存在している。この人工林は、700m 付近のものは来歴が不明であるが、1,000m 付近のものは林齢が約 50～90 年であるほか、直近の少なくとも 20 年間は間伐が実施されていない (岐阜県建設研究センター 2021)。現段階では溪畔域の植生の変化に関する情報は十分ではないものの、1,000m 付近では 1960 年代より林冠が発達している可能性があり、日陰の範囲が拡大して相対照度が低下しているものと推測された。現在のカワノリの生育状況が 1950 年代に及ばないことは、相対照度の低下が一因なのかもしれない。今後は、溪畔域の植生の情報を収集し、相対照度が低い場所の特徴について検討する必要がある。また、上流部の河川は中・下流部より流向や地形が複雑と考えられ、近接する場所であっても日照時間に差異が生じることが予想される。本研究ではカワノリの生育に影響する要因のひとつとして相対照度に注目したが、今後は日照時間やその季節変化も考慮する必要がある。そのほか、水質、水深、流速といった光環境以外の要因についても調査を実施することが課題である。

岐阜県では、これまでに山県市、本巣市、揖斐川町からカワノリの分布が報告されており、いずれの市町においても食

材として利用されていた（東 1922, 1926, 矢頭 1954, 大地 1957）。しかし、カワノリは、本巢市では 1990 年代ならびに揖斐川町では 1970 年代を最後にそれぞれ報告が途絶しており（久瀬村 1973, 加藤 1998）、食文化も途絶した状態と考えられる。そのため、これまでに報告されている 3 市町 9 河川のうち、カワノリの現存が確実なのは山県市の円原川ほか 2 河川に限定される（石川 2010, 2020, 岸ら 2021）。カワノリが現存する山県市では食文化が辛うじて存続しているが、近年は地域住民によってわずかに自家消費されているに過ぎず、過疎化に伴う食文化の途絶が懸念されている。前述のように、山県市では食文化の継承に向けた活動が開始されているが、希少種でもあるカワノリの保全と両立させることが課題となっている。この先の需要については不確定であるものの、カワノリを利用する際には、供給に限度があることを念頭に置く必要がある。今後は、カワノリの食文化と保全の両立に向けて適切な採集方法（場所、時期、数量）を検討することも必要である。

謝 辞

山県市在住の三津原静夫さん・ふじ子さんご夫妻には、円原川の写真を提供していただいた。日本大学の石川元康准教授、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所図書資料館の小野関宏美氏、岐阜県図書館、下呂市はぎわら図書館、山県市図書館、群馬県立図書館の方々には、文献収集の際にお世話になった。ここに記して各位に感謝する。本研究の一部は、タカラ・ハーモニストファンドにより実施した。

文 献

- Bartoń K (2018) Package “MuMIn” : Multi-Model Inference. R package, Version 1.42.1. <https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/MuMIn.pdf>, 2020 年 5 月 10 日。
- 岐阜県建設研究センター (2021) 県域統合型 GIS ぎふ。 <https://gis-gifu.jp/gifu/Portal>, 2021 年 6 月 21 日。
- 原口和夫 (1995) 埼玉県荒川水系におけるカワノリ (*Prasiola japonica* YATABE) の分布と着生環境。 埼玉県立自然史博研報, **13**, 29-35。
- 長谷井 稔・伊藤市郎 (1994) 関東北部のカワノリ分布 6 群馬県のカワノリ新産地。 群馬生物, **43**, 8-11。
- 東 道太郎 (1913) かはのり調査。 水産講習所試報, **9**, 143-145。
- 東 道太郎 (1922) 岐阜県産「かはのり」に就て。 水産研究誌, **17**, 11-12。
- 東 道太郎 (1926) 岐阜県北山村産「かはのり」に就て。 水産研究誌, **21**, 22-24。
- 東 道太郎 (1935) カハノリに就いて。 陸水學雑誌, **5**, 60-63。
- 石川元康 (2009) 日本におけるカワノリの生育地。 日大生活科学研報, **32**, 49-58。
- 石川元康 (2010) 日本におけるカワノリの生育地-II。 日大生活科学研報, **33**, 47-56。
- 石川元康 (2020) カワノリ生育地域の環境と人間生活との関わり。 日大生活科学研報, **43**, 9-16。
- 石川元康・山中康資・安原健允 (2007) 静岡県東部地域におけるカワノリの分布。 日大生活科学研報, **30**, 75-86。
- 岩本康三 (1984) 日本におけるカワノリの分布。 藻類, **32**, 167-185。
- 加藤信子 (1998) カワノリ *Prasiola japonica* YATABE のステロールおよび脂肪酸組成。 東海女子短大紀要, **24**, 63-67。
- 岸 大弼・下本英津子・山口晋一 (2021) 山県市の神崎川で再確認されたカワノリ。 岐阜水研研報, **66**, 7-11。
- 小林一雄 (1966) 群馬県におけるカワノリ *Prasiola japonica* YATABE の分布について (1)。 群馬生物, **15**, 58-64。
- 小林一雄 (1967) 群馬県におけるカワノリ *Prasiola japonica* YATABE の分布について (2)。 群馬生物, **16**, 55-56。
- 小林一雄 (1969) 群馬県におけるカワノリ *Prasiola japonica* YATABE の分布について (3)。 群馬生物, **18**, 16-17。
- 小林一雄 (1970) 群馬県におけるカワノリ *Prasiola japonica* YATABE の分布について (4)。 群馬生物, **19**, 9。
- 小林一雄 (1971) 抜井川のカワノリ。 群馬生物, **20**, 6-8。
- 久瀬村 (1973) 植物「久瀬村誌」。 久瀬村, 岐阜県揖斐郡久瀬村, pp. 45-56。
- 右田清治 (1956) 菊池川に於けるカワノリの環境に就いて。 長大水研報, **4**, 11-14。
- 水井富美恵・舟木由美子・荒谷孝昭 (1980) 日本の古書にみられる海藻類の食品学的研究 I。 カワノリ *Prasiola japonica* YATABE。 広島文化女子短大紀要, **13**, 59-67。
- 中村太士・伊藤 哲 (2019) 生き物の生息場所としての河川。「河川生態系の調査・分析方法」井上幹生・中村太士 (編), 講談社, 東京, pp. 95-172。
- R Development Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org>, 2020 年 5 月 10 日。
- 鈴木邦雄・田崎志郎・野村 博・田中繁雄。 1991。 大血川に自生するカワノリについて。 埼玉水試研報, **50**, 55-62。
- 大地昂太郎 (1957) かわのり。「長良川の生物」小泉清明 (編), 岐阜県, 岐阜, pp. 318-330。
- Yatabe R (1891) A new Japanese *Prasiola*. *Bot. Mag. Tokyo*, **5**, 187-189。
- 矢頭献一 (1954) カワノリの新産地。 植物研究雑誌, **29**, 324。
- 遠藤吉三郎 (1911) かはのり 河苔。「海産植物學」, 博文館, 東京, pp. 236-241。
- 横関武雄 (1985) 川海苔。「ふるさと今島・萬所」, 自費出版, 名古屋, pp. 109-110。
- 吉田忠生 (2015) カワノリ。「レッドデータブック 2014-日本の絶滅のおそれのある野生生物-9 植物 II (藓苔類・藻類・地衣類・菌類)」環境省 (編), ぎょうせい, 東京, pp. 375。