

## 岐阜県の小坂川支流における紅藻チャイロカワモズクの生育環境

岸大弼<sup>1\*</sup>・洲澤多美枝<sup>2</sup>・袖垣一也<sup>3</sup><sup>1</sup>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)<sup>2</sup>(有)河川生物研究所九州支所 (〒 811-3425 福岡県宗像市日の里 9-17-14)<sup>3</sup>岐阜県水産研究所 (〒 501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地)Daisuke Kishi<sup>1\*</sup>, Tamie Suzawa<sup>2</sup> and Kazuya Sodegaki<sup>3</sup>: Microhabitat of the freshwater red alga *Sheathia arcuata* in a small tributary of the Osaka River in Gifu Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 68: 73-76 July 10, 2020

Microhabitat of the freshwater red alga *Sheathia arcuata* (Kyllin) Salomaki et M. L. Vis was investigated in a small tributary of the Osaka River in Gifu Prefecture, Japan. A main region for the distribution of *S. arcuata* in this tributary was separated into 0.2 × 0.2 m quadrats in a 11.12 m<sup>2</sup> study site. The locality of *S. arcuata* and the water depth, current velocity and substrate type in these quadrats were examined. The water depth, current velocity, and substrate type between all quadrats and quadrats in which *S. arcuata* were present were compared using Kolmogorov-Smirnov test. The Kolmogorov-Smirnov test results showed significant differences for current velocity and substrate type, but no significant difference for water depth between all quadrats and quadrats in which *S. arcuata* were present. The distribution of *S. arcuata* suggested the possibility of a relationship with current velocity and substrate type in this tributary.

*Key Index Words:* *Batrachospermales*, *Batrachospermaceae*, *current velocity*, *Rhodophyta*, *substrate type*, *water depth*

<sup>1</sup>Gero Branch, Gifu Prefectural Research Institute for Fisheries and Aquatic Environments, Hane 2605-1, Hagiwara, Gero, Gifu 509-2592, Japan<sup>2</sup>Institute of River Biology, Inc., Hinosato 9-17-14, Munakata, Fukuoka 811-3425, Japan<sup>3</sup>Gifu Prefectural Research Institute for Fisheries and Aquatic Environments, Kasadamachi, Kawashima, Kakamigahara, Gifu 501-6021, Japan

\*Author for correspondence: kishi-daisuke@pref.gifu.lg.jp

紅藻綱カワモズク目カワモズク科に属する種は淡水産の大型藻類で(熊野 2000), 日本に産するものはいずれも分布が局所的である上に減少傾向にあることから(環境省 2015), 環境省レッドリスト 2019 では絶滅危惧 I 類 (CR+EN) に 15 分類群 (13 種, 1 変種, 1 品種), 絶滅危惧 II 類 (VU) に 4 種, 準絶滅危惧 (NT) に 2 種, 情報不足 (DD) に 1 種がそれぞれ選定されている(環境省 2019)。また, 栃木県足利市ではニホンカワモズク *Batrachospermum japonicum* M. Mori の自生地が天然記念物に指定されている(富永 2010)。国内では, かつてカワモズク科の一部の種が食用藻類として利用されていた地域がある(南方 1909, 神谷 1954)。その中には伝統的な食材として長年利用されていた事例も確認されているが(岸 2018), カワモズク科に属する種が全国的に減少している現在, 食用藻類としての利用は途絶した状態にある。一方, カワモズク科に属する種を清水域の指標とみなす意見もあり(安達 1986), 実際にカワモズク属 *Batrachospermum* spp. が良好な水質の指標のひとつに選定された事例があるように(横浜市環境科学研究所 2016), 水域環境を評価する際の指標生物としてもカワモズク科に属する種の重要性は, 今後, より高まるものと予想される。

カワモズク科に属する種の保全のためには, 基盤情報として分布や生育環境に関する知見が不可欠で, 分布についてはこれまでに各地で調査が実施され, 知見が蓄積されつつある(Mori 1975, Kumano 1982, 安達 1986, 熊野ら 2002, 熊野ら 2007, 長谷井 2009, 富永・熊野 2009, 洲澤ら 2010, 原口 2013, 津田 2018)。しかし, 生育環境については調査事例が限

られており, 十分な知見が得られていないのが実情である。国外の事例では, 生育環境の条件は, 同種であっても個体群間で異なることが示されている(例えば, Necchi 1997, Drerup & Vis 2014, Eloranta *et al.* 2016)。そのため, 国内においても, 各種ならびに各個体群の生育環境を調査して知見を蓄積する必要がある。

今回, われわれの予備調査により, 岐阜県下呂市小坂町の木曾川水系小坂川の支流(名称不明, 以降は小坂川支流と表記)において, チャイロカワモズク *Sheathia arcuata* (Kyllin) Salomaki et M.L.Vis の生育が確認された(Fig. 1)。小坂川支流は途中 3 箇所が伏流している間欠河川であり, 表流水が存在するのは, 上流区間の 14 m (平均水面幅 1.07 m), 中流区間の 41 m (1.24 m), 下流区間の 60 m (1.19 m), 最下流区間の 100 m (1.09 m) に限定される(Fig. 1)。また, 流域は常緑針葉樹(スギ *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don, ヒノキ *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.) および落葉広葉樹(トチノキ *Aesculus turbinata* Blume, ホオノキ *Magnolia obovata* Thunb., カツラ *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc. など)が混生しているが, 常緑針葉樹が優占している。最下流区間は民家および水田の横を流下した後, 小坂川に合流している。チャイロカワモズクは晩秋から早春に生育することが知られており(熊野 2000), 小坂川支流では中流区間(標高 645 m)と下流区間(標高 637 m)が主要な分布域で, 個体数は下流区間の方が多く, 出現期は 1 月, 繁茂期は 4-5 月, 消失期は 7 月であった(岸 未発表)。岐阜県飛騨地方では,

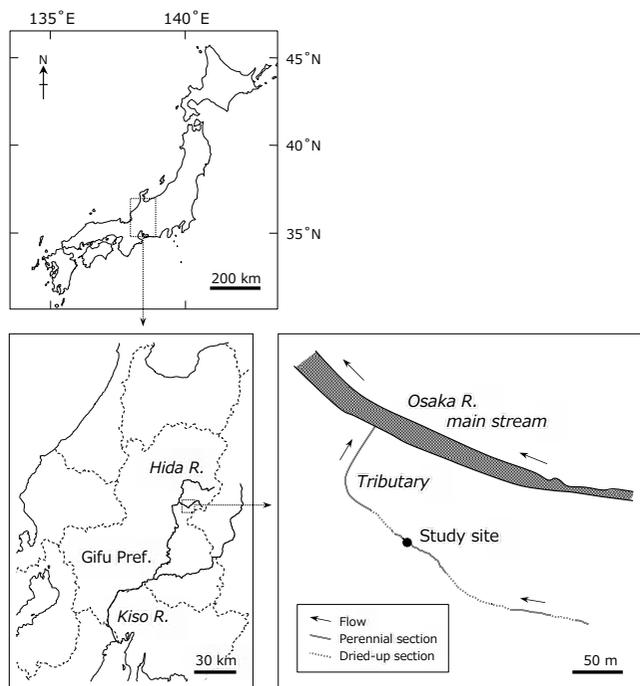


Fig. 1. Study site in a small tributary of the Osaka River in Gifu Prefecture, Japan.

2018年現在、今回調査した小坂川支流以外にチャイロカワモズクの分布地は確認されていない。今後の調査の進展によっては、新たな分布地が発見される可能性があるが、現時点では、小坂川支流が飛騨地方で唯一の分布地であることに留意する必要がある。そのため、当面の間は、この生育区間を保全する必要がある。そこで本研究では、小坂川支流におけるチャイロカワモズクの保全に資する知見の蓄積を目的とし、まずは物理的生育環境（マイクロハビタット）に注目して着生地点の水深、流速、河床材料を調査した。なお、チャイロカワモズクは、*Batrachospermum* 属に分類されていたが、*Sheathia* 属への変更が提唱されている (Salomaki *et al.* 2014)。学名は、これまで *B. arcuatum* Kylin が使用されてきたが (熊野ら 2007)、本研究では Salomaki *et al.* (2014) に準拠して *S. arcuata* と表記する。

本研究では、下流区間のうちチャイロカワモズクが最も多く生育していた淵を調査区とし、繁茂期の2018年4月13日に調査を実施した (Fig. 1)。調査区の長さは5.0 m、水面幅は0.6–2.9 m (平均±標準偏差  $2.22 \pm 0.65$  m)、面積は11.12 m<sup>2</sup>であった。調査区の水面を0.2×0.2 mの正方形の区画 (面積0.04 m<sup>2</sup>) で分割し、全281区画においてチャイロカワモズクの有無、水深、流速、河床材料を記録した。なお、調査区の水際線は不定形であるため、兩岸の区画は一部分が陸域を含む形になるが、それらの区画のうち水域の部分が0.02 m<sup>2</sup>以上のものは調査対象に含めた。チャイロカワモズクの有無は、箱メガネを使用して目視で確認した。水深は、棒尺を使用して各区画の中央において1 cm単位で測定した。流速は、電磁流速計 (VE20, ケネック) を使用して各区画の中央の底層 (河床面の

直上の位置)において0.1 cm s<sup>-1</sup>単位で測定した。河床材料は、Bain *et al.* (1985) の基準にリター (堆積した落葉・落枝) を追加し、リター、砂 (径<2 mm)、小礫 (径2–16 mm)、中礫 (径17–64 mm)、大礫 (径65–256 mm)、巨礫 (径>256 mm) の計6階級に分類して、区画内で優占している階級を記録した。なお、Bain *et al.* (1985) が提示している階級には岩盤も含まれるが、今回の調査区には岩盤が存在しないため、調査対象から除外した。

水深と流速については、調査区の全区画の頻度分布図およびチャイロカワモズクの着生が確認された区画の頻度分布図を作成し、Kolmogorov-Smirnov 検定によりそれらの分布形を比較した。河床材料については、6階級を順序変数 (リター:1, 砂:2, 小礫:3, 中礫:4, 大礫:5, 巨礫:6) に変換した後、調査区の全区画の頻度分布図およびチャイロカワモズクが着生していた区画の頻度分布図を作成し、Kolmogorov-Smirnov 検定によりそれらの分布形を比較した。

本研究では、着生地点の水深、流速、河床材料を主要な調査対象としたが、それら以外に参考値として照度も測定した。照度は、デジタル照度計 (TM-201, ケニス) を使用して10 lux単位 (20,000 lux未滿) または100 lux単位 (20,000 lux以上) で、調査区に隣接する裸地において3回、調査区の中央付近において3回、再び裸地において3回の順で測定した。測定の結果、調査区における照度の範囲は5,520–6,930 lux (平均±標準偏差  $6,060 \pm 761$  lux)、裸地における照度の範囲は76,400–85,400 lux ( $80,983 \pm 3,703$  lux) であった。裸地の平均照度80,983 luxを100%とする場合の調査区の平均照度6,060 luxの相対値 (相対照度) は7.5%であった。

水深の調査結果をTable 1に示した。調査区は水深30 cm以下の浅い地点が主体であった (Figs 2, 3)。Kolmogorov-Smirnov 検定の結果、調査区の全区画およびチャイロカワモズクが着生していた区画における水深の分布形に有意差は認められなかった (Table 1, Fig. 3)。チャイロカワモズクは、神奈川県、東京都、千葉県、静岡県では水深30 cm以下の地点 (洲澤ら 2010) や、埼玉県では水深20 cmの地点で観察されている (原口 2013)。小坂川支流はそれらの事例と概ね一致していたが、もともと深い地点が少ないため、水深とチャイロカワモズクの生育との関係性については検証の余地がある。

Pascoaloto & Necchi (1990) や Drerup & Vis (2014) の事例では、*Sirodotia delicatula* や *B. gelatinosum* が水深の深い地点で被度が高かったことを観察している。その要因については検討されていないが、Pascoaloto & Necchi (1990) は、光条件との関係性を示唆している。また、熊野 (1995) によると、チャイロカワモズクは比較的強い光条件でも生育する陽性種とされている。小坂川支流は、周辺に常緑針葉樹および落葉広葉樹が混生しており、11月の広葉樹の落葉後から4月の開葉前までの間は植生被度がやや低くなる。ただし、常緑針葉樹が優占していることから、年間を通じて比較的暗い状態が維持されている。今回の調査時は広葉樹の開葉前であったが、相対照度は7.5%と低かった。小坂川支流におけるチャイロカワモズク

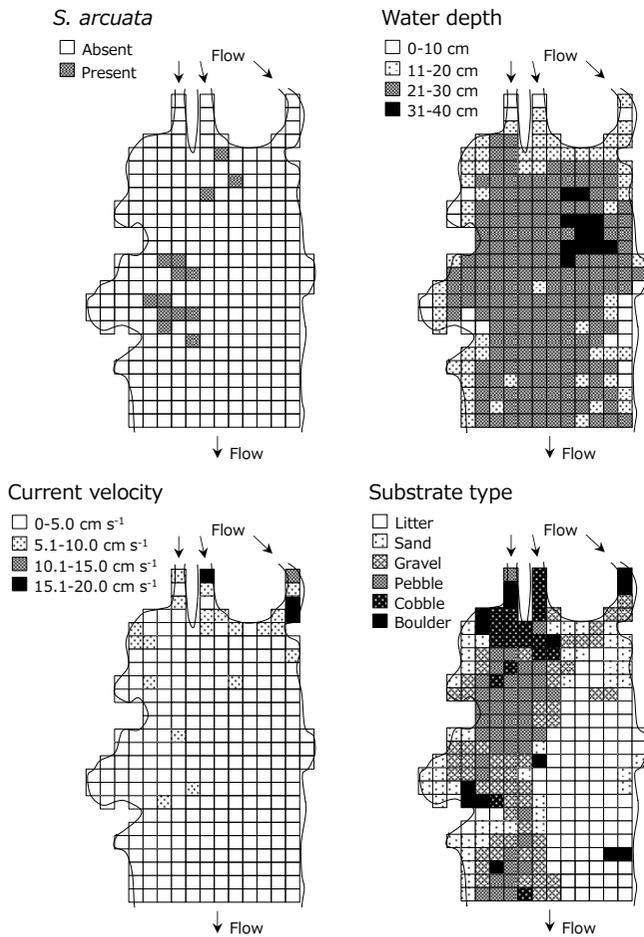


Fig. 2. Distribution of *Sheathia arcuata*, water depth, current velocity and substrate type in the study site.

の生育が比較的浅い地点でも観察されたのは、そうした低い相対照度と関係しているのかもしれない。今後は、植生被度を考慮しながら、光条件と着生地点の水深との関係について検証することが望まれる。

流速の調査結果を Table 1 に示した。調査区は流速  $10 \text{ cm s}^{-1}$  以下の緩やかな地点が主体であった (Figs 2, 3)。Kolmogorov-Smirnov 検定の結果、調査区の全区画およびチャイロカワモズクが着生していた区画における流速の分布形に有意差が認められ (Table 1, Fig. 3)、チャイロカワモズクの生育と流速の間に関係がある可能性が示された。チャイロカワモズクは、神奈川県、東京都、千葉県、静岡県では流速  $20 \text{ cm s}^{-1}$  以下の地点 (洲澤ら 2010)、埼玉県では流速  $50 \text{ cm s}^{-1}$  の地点で観察されている (原口 2013)。また、フィンランド中部では流速  $20 \text{ cm s}^{-1}$  以下の地点から  $100 \text{ cm s}^{-1}$  以上の地点までの幅広い範囲でチャイロカワモズクが観察されている (Eloranta *et al.* 2016)。小坂川支流では、それらの事例よりも小さい流速の区画で観察された。ただし、流速は、同一地点であっても測定深度によって変動し、表層で大きく、底層で小さくなる傾向がある (Allan & Castillo 2007)。本研究では底層の流速を測定しているが、他の事例 (洲澤ら 2010, 原口 2013, Eloranta

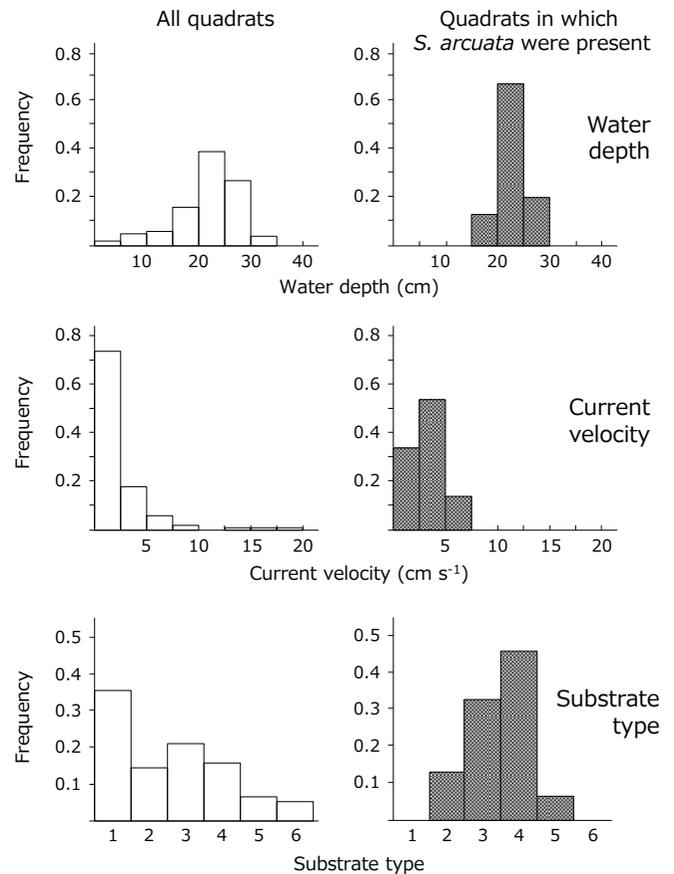


Fig. 3. Frequency distributions of water depth, current velocity and substrate type (1, litter; 2, sand; 3, gravel; 4, pebble; 5, cobble; 6, boulder) in all quadrats and quadrats in which *Sheathia arcuata* were present in the study site.

*et al.* 2016) では測定深度の情報が記載されていないため、現段階では事例間の比較は困難である。チャイロカワモズクの生育と流速との関係性については、測定深度を考慮した上であらためて検証する必要がある。

河床材料の調査結果を Table 1 に示した。調査区はリターの地点が最も多く、その次に小礫および中礫が多かった (Figs 2, 3)。Kolmogorov-Smirnov 検定の結果、調査区の全区画およびチャイロカワモズクが着生していた区画における河床材料の値の分布形に有意差が認められ (Table 1, Fig. 3)、チャイロカワモズクの生育と河床材料の間に関係がある可能性が示唆された。カワモズク科に属する種のうち流水性の種は、安定した石や岩盤に着生することが多い (Hambrook & Sheath 1991, Eloranta *et al.* 2016)。小坂川支流の巨礫も安定した基質といえるが、チャイロカワモズクは主に中礫および小礫に着生しており、巨礫への着生は観察されなかった。ただし、今回の調査は繁茂期の1日のみの調査であるため、巨礫への着生が観察されなかったことが一時的な現象なのか、あるいは小坂川支流に特有の現象なのかは判断できない。今後は、河床材料だけでなく水深および流速も含めて、チャイロカワモズクの季節的消長を加味した検証が必要である。

Table 1. Range (mean  $\pm$  SD) of water depth, current velocity and substrate type, and results of Kolmogorov-Smirnov test compared in all quadrats and quadrats in which *Sheathia arcuata* were present in the study site.

	Range (mean $\pm$ SD)		D	P
	All quadrats	Quadrats in which <i>S. arcuata</i> were present		
Water depth (cm)	2–35 (22.3 $\pm$ 6.4)	18–29 (24.3 $\pm$ 3.1)	0.30	0.156
Current velocity (cm s <sup>-1</sup> )	0.1–19.2 (2.1 $\pm$ 2.4)	1.0–5.4 (3.2 $\pm$ 1.4)	0.48	0.003
Substrate type*	1–6 (2.6 $\pm$ 1.5)	2–5 (3.5 $\pm$ 0.8)	0.40	0.021

\*Substrate type: 1, litter; 2, sand; 3, gravel; 4, pebble; 5, cobble; 6,

本研究では、小坂川支流のチャイロカワモズクの生育に関して流速および河床材料が関係している可能性が示された。カワモズク科に属する種は、同種であっても個体群間に形質の変異が存在することが知られており（例えば、森 1976）、そのような違いがいくつかの物理的要因と相関関係にあった事例が報告されている（例えば、Necchi 1997, Drerup & Vis 2014）。Eloranta *et al.* (2016) はフィンランド中部の 2,224 河川でカワモズク科に属する種の網羅的な分布調査を実施し、のべ 1,957 箇所でチャイロカワモズクを含む 35 分類群を確認している。それによれば、水面幅は 1 m 未満から 10 m 以上まで、流速は 20 cm s<sup>-1</sup> 未満から 100 cm s<sup>-1</sup> までと、チャイロカワモズクが幅広い条件の地点に分布することが確認されている。今後、国内のチャイロカワモズクの保全を考えるためにも、小坂川支流以外において生育環境を調査し、引き続き知見を蓄積するとともに個体群間の差異を検証することが望まれる。

安達 (1986) のようにカワモズク科に属する種を清水域の指標生物とみなす意見もあることから、小坂川支流にチャイロカワモズクが生育していることは、この河川が良好な環境であることの傍証ともいえる。小坂川支流におけるチャイロカワモズクの生育区間は、もともと狭小な水域である上に流量が少なく干出しやすい条件であることから、周辺の環境が改変されるとチャイロカワモズクの生育が困難になるおそれがある。小坂川支流における個体群の存続のためには、生育区間だけではなく、集水域も同時に保全することが望まれる。

本研究を行うにあたり、(有) 河川生物研究所九州支所の洲澤譲氏にカワモズク科の分類および分布に関してご教示を賜った。ここに記して感謝する。

## 引用文献

- 安達 1986. 福井県内におけるカワモズク(属)の分布. 福井陸水生学会報 6: 22–23.
- Allan, J. D. & Castillo, M. M. 2007. Stream Ecology. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Bain, M. B., Finn, J. T. & Booke, H. E. 1985. Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. N. Am. J. Fish. Manage. 5: 499–500.
- Drerup, S. A. & Vis, M. L. 2014. Varied phenologies of *Batrachospermum gelatinosum* gametophytes (Batrachospermales, Rhodophyta) in two

low-order streams. Fottea, Olomouc 14: 121–127.

- Eloranta, P., Eloranta, A. & Perämäki, P. 2016. Intensive study of freshwater red algae (Rhodophyta) in Finland. Fottea, Olomouc 16: 122–132.
- Hambrook, J. A. & Sheath, R. G. 1991. Reproductive ecology of the freshwater red alga *Batrachospermum boryanum* Sirodot in a temperate headwater stream. Hydrobiologia 218: 233–246.
- 原口和夫 2013. 埼玉県のカワモズク属(淡水紅藻)の分布. 埼玉県立自然の博物館研究報告 7: 85–90.
- 長谷井稔 2009. 群馬県産カワモズク属 *Batrachospermum* の分布. 群馬生物 58: 21–26.
- 神谷平 1954. カワモズク食用の例. 北陸の植物 3: 68–69.
- 環境省 2015. レッドデータブック 2014 –日本の絶滅のおそれのある野生動物– 9 植物 II (蘚苔類・藻類・地衣類・菌類). ぎょうせい, 東京.
- 環境省 2019. 別添資料 2 環境省レッドリスト 2019. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/110615.pdf>.
- 岸大弼 2018. 岐阜県高山市の苔川における食用藻類 “すのり” の過去の分布および利用. 地域生活学研究 9: 1–15.
- Kumano, S. 1982. Four taxa of the sections Moniliormia, Hybrida and Setacea of the genus *Batrachospermum* (Rhodophyta, Nemalionales) from temperate Japan. Jpn. J. Phycol. 30: 289–296.
- 熊野茂 1995. カワモズク類の観察と研究. 山岸高旺(編) 淡水藻類入門 淡水藻類の形質・種類・観察と研究. pp. 381–394, 内田老鶴圃, 東京.
- 熊野茂 2000. 世界の淡水産紅藻. 内田老鶴圃, 東京.
- 熊野茂・新井章吾・大谷修司ら 2007. 環境省「絶滅のおそれのある種のリスト」(RL) 2007 年度版(植物 II・藻類・淡水産紅藻)について. 藻類 55: 207–217.
- 熊野茂・香村真徳・新井章吾ら 2002. 1995 年以降に確認された日本産淡水紅藻の産地について. 藻類 50: 29–36.
- 南方熊楠 1909. 藝州吉田川の食用藻に就て. 東洋學藝雑誌 26: 361.
- Mori, M. 1975. Studies on the genus *Batrachospermum* in Japan. Jpn. J. Bot. 20: 461–484.
- 森通保 1976. カワモズクの体の構造とその生育環境. 遺伝 30: 72–75.
- Necchi, O. Jr. 1997. Microhabitat and plant structure of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) populations in four streams of São Paulo State, southeastern Brazil. Phycol. Res. 45: 39–45.
- Pascoaloto, D. & Necchi, O. Jr. 1990. Seasonal variation of *Sirodotia delicatula* Skuja (Rhodophyta, Batrachospermaceae) in a small stream from São Paulo State, southeastern Brazil. Rev. Brasil. Biol. 50: 37–44.
- Salomaki, E. D., Kwandrans, J., Eloranta, P. & Vis, M. L. 2014. Molecular and morphological evidence for *Sheathia* gen. nov. (Batrachospermales, Rhodophyta) and three new species. J. Phycol. 50: 526–542.
- 洲澤譲・洲澤多美枝・福嶋悟 2010. 神奈川県および周辺のカワモズク属(淡水紅藻)の分布. 神奈川県自然誌資料 31: 1–7.
- 富永孝昭 2010. ニホンカワモズク *Batrachospermum japonicum* タイプ産地(栃木県足利市南大町)におけるカワモズク類の生育状況. 栃木県立博物館研究紀要-自然- 27: 25–27.
- 富永孝昭・熊野茂 2009. 淡水産紅藻類および褐藻類の栃木県における分布と生育環境. 栃木県立博物館研究紀要-自然- 26: 1–9.
- 津田格 2018. 里山における淡水藻類の分布. 岐阜県森林文化アカデミー Annual Report 2017 ~活動成果報告書~ 1: 10–11.
- 横浜市環境科学研究所 2016. 横浜の川と海の生物(第 14 報・河川編). 横浜市.

(Received Mar. 20, 2019; Accepted June 20, 2019)