

矢作川中流域における大型糸状緑藻群落の発達

DEVELOPMENT OF LARGE FILAMENTOUS GREEN ALGAL COMMUNITY IN THE MIDDLE REGION OF THE YAHAGI RIVER

野崎健太郎

Kentaro NOZAKI

博士(理学) 椋山女学園大学講師 人間関係学科 (〒470-0131 愛知県日進市岩崎町竹の山37-234)

Factors regulating the development of a large filamentous green alga, *Cladophora glomerata*, community in the middle region of the Yahagi River are discussed on the basis of ecological information of *Cladophora* studied by Yahagi River Institute, Department of Geotechnical and Environmental Engineering of Nagoya University and the author *et al.* The development of the *Cladophora* community in recent years seemed to be caused by the low frequency of physical disturbance on river-bed due to the dam construction having the discharges control during the flood events in 1971. The low disturbance brought about stabilization of river-bed that is suitable for the development of *Cladophora* community in the middle region of the Yahagi River through over 20 years. The maximum rate of net photosynthesis of *Cladophora* was obtained at 15°C. Therefore, the growth rate of *Cladophora* and its biomass should increase in early summer and late autumn in the Yahagi River. However, *Cladophora* biomass in early summer did not increase from 2001 to 2003. It is supposed that the development of *Cladophora* community in early summer may act negatively on river health and inland fisheries of the Yahagi River. However, the development of *Cladophora* community in early summer was not usual event. We should study the factors regulating the fluctuation of *Cladophora* community by long-term research.

Key Words : *Cladophora glomerata*, Disturbance, Filamentous green algae, Human impact, Nutrients

1. はじめに

カワシオグサ (*Cladophora glomerata*) やアオミドロ (*Spirogyra* 属の総称) に代表される大型糸状緑藻の群落は、河床石面上に発達することは(写真1)、河川環境の大きな変化を示す生物指標の1つであると考えられている^{1), 2), 3), 4)}。日本の河川における大型糸状緑藻群落の発達は、これまでに宮川上流域(三重県宮川村)⁵⁾、多摩川中～下流域(東京都)^{6), 7)}、矢作川中流域(愛知県豊田市)^{8), 9)}から報告されている。特に矢作川中流域では、近年、観察され始めたカワシオグサ群落の発達が河川環境の重大な変化を示していると推察され、豊田市矢作川研究所(1994年設立)における設立当初からの中心課題の1つとして調査・研究が進められている¹⁰⁾。

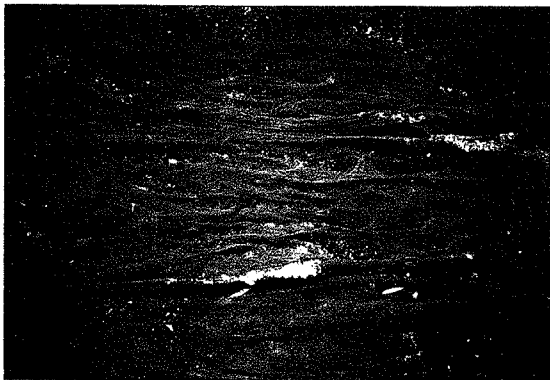


写真-1 犬上川河口域(滋賀県彦根市)における大型糸状緑藻ウキシオグサ (*Cladophora crispata*) の良く発達した群落(2000年6月)

本稿では、矢作川研究所、名古屋大学および筆者らによる、カワシオグサの生態研究の成果を紹介し、矢作川中流域で大型糸状緑藻群落の発達を促す要因について検討した。

2. 矢作川におけるカワシオグサ群落の発達

矢作川は愛知県の三河地方西部を流れる全長117 kmの1級河川である。この地方では唯一の規模が大きい河川であるため、明治用水を始めとする人間活動を支える水資源の供給源として重要な存在である。そのために、矢作川の河川利用率は40%を越えている¹¹⁾。

矢作川中流域におけるカワシオグサ群落の発達は、釣り人の釣果記録の解析から、1990年以降、顕著になったことが示唆されている⁸⁾。この記録には、カワシオグサが、鮎釣りの障害になるほど繁茂したことが述べられており、カワシオグサ群落の発達が、鮎釣りの時期と重なっていたことがうかがえる。矢作川研究所によるカワシオグサ群落の季節変動の調査結果からは、群落が初夏(5～6月)と晩秋(10～11月)に発達し、夏期には減衰する年2山型の傾向を示すことが報告されている⁹⁾。従って、矢作川中流域で問題視されたカワシオグサ群落の発達は、初夏のものであったと見なせる。

大型糸状緑藻群落の発達は、一般的には、河川の富栄養化の進行と関連付けられる^{1), 2), 4)}。すなわち、河川水中の栄養塩濃度(窒素、リン負荷)が高まることによって、大型糸状緑藻群落の発達が顕著になることが示されている。しかしながら、野崎・内田は³⁾、日本の河川におけ

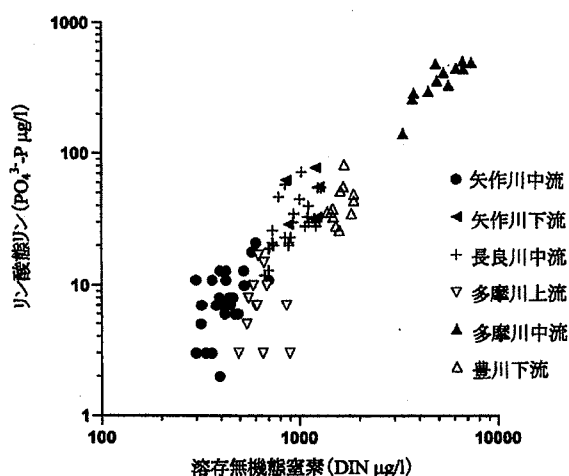


図-1 河川水中の溶存無機態窒素濃度とリン酸態リン濃度との関係（矢作川中流域の測定値は白金¹³⁾から引用、その他は国土交通省水質水文データベース¹⁴⁾から 2002 年1月～12月の測定値を引用）

る大型糸状緑藻の発生状況を整理し、河川水中の栄養塩濃度からは、その出現環境を必ずしも特定できないことを指摘している。図-1 は、矢作川、長良川、豊川、多摩川における河川水中の溶存無機態窒素とリン酸態リン濃度の関係である。矢作川中流域の濃度は、他の河川と比べて決して高くはなく、現状では栄養塩負荷の増大のみをカワシオグサ群落の発達の原因と見なすことは無理があると考えられる。河川は上流から下流に向かい、常に栄養塩が供給される連続体である。栄養塩が大型糸状緑藻群落の発達に及ぼす影響については、瞬間的に測定された濃度だけではなく、供給量という視点から捉えなおす必要がある。ただし、最近、矢作川中流域における水質の長期変動を整理した白金¹²⁾は、かつての窒素、

リン濃度は、現在に比べて、はるかに低かったことを報告している。分析方法の違いなど技術的な問題点を含んでいるが、流域の都市化に伴い、矢作川中流域でも栄養塩負荷は増大しているようである。従って、カワシオグサ群落の発達と栄養塩負荷の関係は、今後、再検討する必要があるだろう。

それでは、矢作川中流域でカワシオグサ群落の発達を促した主な要因は何であろうか。現在は、ダム建設に伴う河床の安定化が有力視されている^{3), 15)}。河川において大型糸状緑藻の群落が最大になるには、増殖初期からおよそ1ヶ月以上の期間が必要となる¹⁶⁾。つまり、この間に河床材料が移動するような物理的かく乱が起こらないことが、発達の条件となろう。北村ら¹⁵⁾は、流量、河床材料、横断面の経年変化から、1971年に河口から80 km 地点に設置された洪水調節機能を持つ矢作ダムの運用後、中流域（河口から42 km 地点）では、およそ20年の期間を経て河床材料が移動するようなく乱の機会が、ほぼ消失したことを報告している。これは、カワシオグサ群落の発達が釣り人の目に付くようになった時期⁸⁾とほぼ一致する。

Biggs¹⁹⁾は、ニュージーランドの河川における底生藻群落の現存量の発達過程を、栄養塩濃度と群落が十分に形成されるまでにかかる時間を要因として解析を行った。その結果、流れが緩い河川あるいは河床の物理的かく乱頻度の低い河川は、低い窒素、リン濃度であっても富栄養的な現存量の増加が見られ、逆に河川勾配が急であったり、頻繁な出水で河床が物理的かく乱を受ける河川は、かなり高い窒素、リン濃度を有していても現存量が低く抑えられることを報告した。従って、矢作ダムの運用後に少しずつ進行した河床の安定化が、カワシオグサ群落の発達を導いた可能性は極めて高いといえる。

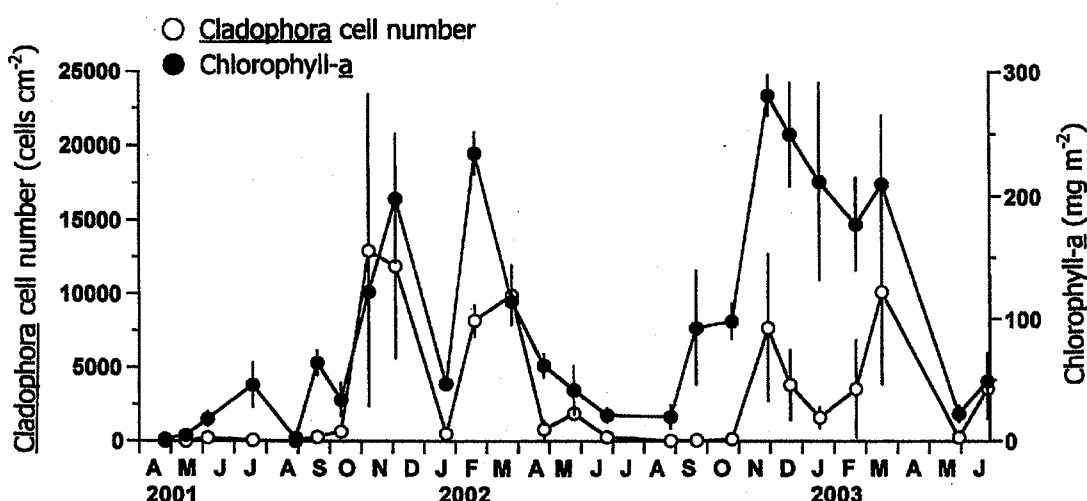


図-2 矢作川中流域（河口から43 km 地点）におけるカワシオグサ（*Cladophora glomerata*）の細胞数（○）および底生藻群落のクロロフィル a 量（●）の季節変動（野崎ら¹⁷⁾の結果に未発表の測定値を加えた）。誤差線は標準偏差を示す（試料数3）

3. カワシオグサ群落の消長を決定する要因

図-2 は、2001年4月から2003年6月までの矢作川中流域（河口から 43 km 地点、愛知県豊田市扶桑町）の流心部における河床石面上のカワシオグサ細胞数と底生藻群落のクロロフィル *a* 量の季節変動である。この調査では、内田の報告⁹⁾とは異なり、特に問題視されている初夏の群落の発達は観察されず、晩秋から春にかけて極大値が得られた。この違いは、内田⁹⁾がカワシオグサの現存量を主に石面上の被度として測定している点に原因があると考えられる。被度はカワシオグサの群体の長さが短くても石面を覆っていれば高い現存量として表される、これが現存量の過大評価となっているのであろう。ところが、かつて問題視された初夏のカワシオグサ群落は、釣り糸や友釣りのおとり鮎に絡みつくほど長い群体であったことが記録されている⁸⁾。おそらく 20~30 cm の長さを持つ群体であると推察される。これは、かつて初夏にカワシオグサ群落が顕著に発達した年があったことを示している。

図-3は、矢作川中流域のカワシオグサを用いた室内実験から得られた光合成および呼吸速度と水温との関係である¹⁸⁾。カワシオグサの純光合成速度は15℃で最大となり、20℃になると急速に低下した。矢作川中流域において、河川水温が15℃となるのは初夏と秋であり^{13),14)}、これまで報告されてきたカワシオグサ群落が発達する時期に一致する。つまり、初夏と秋の群落の発達は、高い光合成活性を反映したものと見なせる。従って、2001年から2003年にかけて初夏の群落の発達が観察されなかったことは、この期間に水温以外の要因が作用し高い光合成活性が実現不可能であったか、成長を上回る消失要因が存在したことを示している。

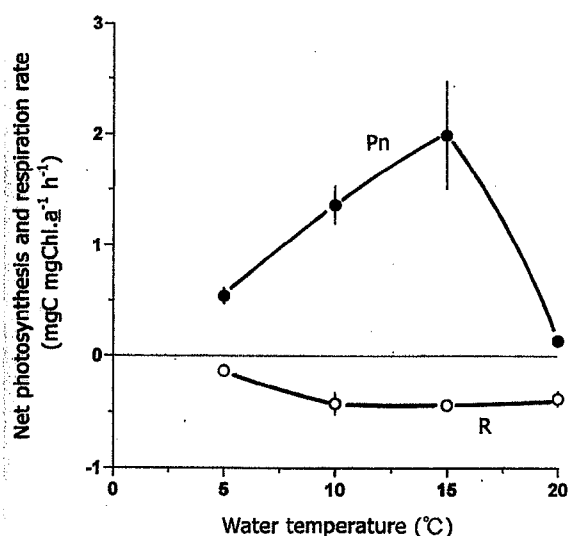


図-3 矢作川中流域から採取されたカワシオグサの純光合成および呼吸速度と水温との関係¹⁸⁾

三橋・野崎⁹⁾は、宮川上流域（三重県宮川村）で突如として観察されたアオミドロ群落の発達の原因として、渇水による河床かく乱の低下を考え、18年間の水文資料を検討した。その結果、群落が発達した1996年は、現場の上流に位置する宮川ダムに流入する水量が18年間で最も少ない年であることが判明し、渇水が群落の発達を促した有力な要因であると結論付けた。1996年以降は、アオミドロ群落の顕著な発達は観察されていないようであり、これは異常気象が引き起こした特殊な事例であったことが示唆された。

以上の研究結果や参考事例から、矢作川中流域における初夏の群落発達の規模は、年ごとに変化が大きいと考えられる。従って、カワシオグサ群落が顕著に発達した年の環境条件を解析しなくては、その消長を決定する要因を正確には把握することはできない。田代・辻本²⁰⁾は、およそ半年間（2002年7月~2003年1月）の現地調査の結果から矢作川中流域における底生藻群落の繁茂動態モデルを提案したが、そのモデルから得られた推測値は実測値に適合しているとは言い難い。これはモデルに使用された各要素が現実を反映していないためであろう。より現実に即した値を求める研究が必要である。残念ながら、矢作川におけるカワシオグサの生態研究が始まって以来、問題視されるような初夏の発達は観察されていないようである。しかし、カワシオグサ群落の発達を促した有力な原因と考えられる矢作川中流域の河床の安定化は、矢作ダム運用後、およそ20年という長い年月を経て少しずつ進行してきたものである¹⁵⁾。カワシオグサの研究も、全てとは言わないが、長期的な視点に立つ継続調査が強く望まれる。

4. おわりに

矢作川中流域では、カワシオグサは河川環境の悪化を示す代表的な生物として扱われることが多い。そのため「カワシオグサの撲滅」なる目標が示されることさえある。これは自然に対して非常に傲慢な態度である。カワシオグサは日本の河川で普通に見られる種類であり、河川に対する人為的インパクトの増加によって顕著に発達できる環境が整ったに過ぎない。北村ら¹⁵⁾、田代ら^{21),22)}は、水中を流れる砂礫によって石面上のカワシオグサが効果的に剥離されることを実験と数値計算から報告した。この研究成果を利用して、矢作川中流域に砂利投入を行ってカワシオグサ群落の発達を妨げようとする事業計画が聞かれる。しかしながら、カワシオグサ群落の発達を防止できても、他の生物群集に与える影響は全く考慮されていない。ここにはカワシオグサさえいなくなれば河川環境の改善が進むと考える短絡的な発想しか見られず、むしろ研究成果の悪用といえるだろう。何より、カワシオグサ群落の発達が本当に矢作川に対して危機的な作用があるのかということを考え直し、更に研究を深め

ていくべきであろう。現在のカワシオグサ問題は、環境問題というよりは、一部の釣り人の問題であるという部分が大きいと考えられる²³⁾。私は、カワシオグサ群落の発達、高度な河川利用率に代表される人為的インパクトの増加、すなわち河川の酷使を示していると主張しておきたい。従って、矢作川の河川環境を改善していくには河川の利用率を少しでも緩和していくことが重要であると考えている。

参考文献

- 1) Dodds, W. K. and Gudder, D. A.: The ecology of *Cladophora*, *J. Phycol.*, Vol.28, pp.415-427, 1992.
- 2) Biggs, B. J. F.: Patterns in benthic algae of streams, *Algal Ecology-Freshwater Benthic Ecosystems*, Stevenson, J., Bothwell, M. L. and Lowe, R. eds., Academic Press, San Diego, pp.31-56, 1996.
- 3) 野崎健太郎・内田朝子: 河川における糸状緑藻の大発生, 矢作川研究, Vol.4, pp.159-168, 2000.
- 4) Whitton, B. A.: Increase in nuisance macro-algae in rivers, *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, Vol.27, pp.1257-1259, 2001.
- 5) 三橋弘宗・野崎健太郎: 三重県宮川における糸状緑藻 *Spirogyra* sp. の大発生, 陸水生物学報, Vol.14, pp.9-15, 1999.
- 6) Aizaki, M.: Seasonal changes in standing crop and production of periphyton in the Tamagawa river, *Jpn. J. Ecol.*, Vol.28, pp.123-134, 1978.
- 7) Okada, H. and Watanabe, Y.: Effect of physical factors on the distribution of filamentous green algae in the Tama River, *Limnology*, Vol.3, pp.121-126, 2002.
- 8) 山本敏哉: アユ釣りの記憶からたどった釣果の変遷, 矢作川研究, Vol.4, pp.169-175, 2000.
- 9) 内田朝子: 矢作川中流域の大型糸状緑藻, 矢作川研究, Vol.6, pp.113-124, 2002.
- 10) 矢作川研究所: <http://www.hm.aitai.ne.jp/~yahagi/home.html>
- 11) 今井勝美: 矢作川における平成13年の水収支の概要, 矢作川研究, Vol.7, pp.193-196, 2003.
- 12) 白金晶子: 矢作川中流域の水質Ⅱ-水質の長期変動と他河川との比較, 矢作川研究, Vol.8, pp.219-228, 2004.
- 13) 白金晶子: 矢作川中流域の水質, 矢作川研究, Vol.6, pp.99-111, 2002.
- 14) 国土交通省: 水質水文データベース, <http://www1.river.go.jp>
- 15) 北村忠紀・田代喬・辻本哲郎: 生息場評価指標としての河床かく乱頻度について, 河川技術論文集, Vol.7, pp.297-302, 2001.
- 16) 野崎健太郎: 自然的かく乱・人為的インパクトに対する河川水質と基礎生産者の応答, 自然的かく乱・人為的インパクトと河川生態系, 小倉紀雄・山本晃一・森誠一(編), 技報堂, 東京, 2004 (印刷中) .
- 17) 野崎健太郎・神松幸弘・山本敏哉・後藤直成・三田村緒佐武: 矢作川中流域における糸状緑藻 *Cladophora glomerata* の光合成活性, 矢作川研究, Vol.7, pp.169-176, 2003.
- 18) 野崎健太郎: 矢作川中流域から採集された糸状緑藻 *Cladophora glomerata* の光合成活性と水温との関係, 矢作川研究, Vol.8, pp.85-88, 2004.
- 19) Biggs, B. J. F.: Eutrophication of streams and rivers: dissolved nutrient-chlorophyll relationships for benthic algae, *J. N. A. Benthol. Society*, Vol.19, pp.17-31, 2000.
- 20) 田代喬・辻本哲郎: 低かく乱礫床における付着藻類剥離効果の評価とそれに基づく繁茂動態モデルの構築, 水工学論文集, Vol.48, pp.1537-1542, 2004.
- 21) 田代喬・渡邊慎太郎・辻本哲郎: 掃流砂礫による付着藻類の剥離効果算定に基づいた河床かく乱作用の評価について, 水工学論文集, Vol.47, pp.1063-1068, 2003.
- 22) 田代喬・加賀真介・辻本哲郎: 河床付着性藻類群の繁茂動態のモデル化とその実河道への適用, 河川技術論文集, Vol.9, pp.91-96, 2003.
- 23) 矢作川漁協100年史編集委員会: 環境漁協宣言, 風媒社, 2003.

(2004. 4. 7受付)