

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(予報)

Preliminary experiment of the relationship between photosynthetic activities of a filamentous green alga *Cladophora glomerata* collected from the middle region of the Yahagi River and water temperature

野崎 健太郎

Kentaro NOZAKI

要 約

矢作川中流域で採集した糸状緑藻 *Cladophora glomerata* (カワシオグサ) を用いて, 光合成活性と水温との関係を室内実験で調べた。水温は5, 10, 15, 20 に設定した。*C. glomerata* の純光合成速度は, 15 で最大を示し, 20 では大きく低下した。従って, *C. glomerata* の純光合成速度を高める最適水温は15 付近であることがわかった。本研究で得られた最適水温は, Huron 湖(米国)沿岸帯で採集された *C. glomerata* を用いて行われた先行研究と同じ結果であった。矢作川中流域では, *C. glomerata* の群落は初夏と秋に良く発達することが報告されている。*C. glomerata* の純光合成速度の最適水温は, この季節消長に良く適合していた。

キーワード: *Cladophora glomerata*, 光合成, 水温

はじめに

大型の糸状緑藻カワシオグサ *Cladophora glomerata* は, 矢作川中流域(愛知県豊田市)では, 初夏(内田ほか, 2002)と秋~初冬(内田ほか, 2002; 野崎ほか, 2003)にその群落が発達することが報告されてきている。一方で夏期や冬~春には, 目立った増加は観察されていない。野崎ほか(2003)は, 矢作川中流域の *C. glomerata* の光合成活性を擬似現場法で1年間測定し, 活性が初夏と秋に高くなることから, 水温による光合成活性の制限が季節変動の主な要因であることを提案した。この提案をより確実なものにしていくためには, 水温を正確に制御可能な環境下で, 水温に対する光合成活性の応答を調べることが必要である。人工環境下における *C. glomerata* の光合成活性と水温との関係は, Graham et al. (1982) が Huron 湖(米国)沿岸から採集した試料を用いて調べ, 純光合成速度は飽和光条件下では15 で最大になることを報告している。矢作川中流域の水温は5月, 10~11月に15 となり(白金, 2002), それは *C. glomerata* の群落が発達する時期と概ね一致する。従って, 矢作川中流域の *C. glomerata* の最適水温は Huron 湖と同様に15 であ

ることが強く示唆される。ただし, 矢作川中流域と Huron 湖では気象など環境条件が大きく異なるため(Huron 湖は冬期に結氷する), Graham et al. (1982)の結果を, そのまま矢作川中流域に適用することは危険である。そこで, Graham et al. (1982)の結果を再検討する意味も含め, *C. glomerata* の光合成活性と水温との関係を調べた。

方 法

実験試料の採集

実験に用いた *Cladophora glomerata* は, 豊田市扶桑町付近の矢作川中流域(河口から44 km地点)で2003年2月21日, 3月18日に採集した。採集時の水温は, それぞれ5, 8 であった。*C. glomerata* は, ガラス繊維ろ紙(ADVANTEC, GF-75, 47 mm)でろ過した河川水を満たしたガラスビーカー(容量300 ml)に入れた。2003年2月21日に採集した *C. glomerata* を入れたガラスビーカーは, 温度を5 に設定した人工気象器(EYELA 社, EYELATRON, FLI-301N)で光条件 50,000 lux, 明暗12時間周期で実験を開始した3月5日まで培養した。3月18日に

採集した試料は、温度20℃、50,000 lux、明暗12時間周期で3月22日まで培養した。河川水は3日に1度交換した。

光合成活性の測定

光合成活性の測定は、5℃、10℃、15℃における測定を、2003年3月5日、3月7日、3月10日、20℃における測定を3月22日にそれぞれ行った。試料として用いる *C. glomerata* は、光条件 50,000 lux、明暗12時間周期で、光合成を測定する水温環境に48～85時間、前培養した。*C. glomerata* の藻体は、ガラス繊維ろ紙 (ADVANTEC, GF-75, 47 mm) でろ過した河川水を満たした酸素びん (100 ml) に、クロロフィル *a* 濃度として0.1～0.3 mg l⁻¹となるように加えた。クロロフィル *a* 濃度は Lorenzen の方法 (1967) で定量した。試料を入れた酸素びんは、温度を設定した人工気象器に入れ、光条件 50,000 lux で3時間培養した。呼吸速度を求める暗びんは、酸素びんをアルミホイルで包むことで調整した。培養終了後、0.0625 M のチオ硫酸ナトリウム溶液 (3.1 g l⁻¹) を用いた Winkler 法で、びん内の溶存酸素濃度を定量した。培養期間中に生じた溶存酸素の増減は、呼吸商を1と見なして炭素に換算した。

結果と考察

実験結果は表1にまとめた。更に、この結果を図1に示した。*Cladophora glomerata*の純光合成速度は、水温5℃から15℃にかけて、ほぼ直線的に上昇し15℃では1.99 ± 0.48 (平均値 ± 標準偏差) mgC mgChl. a⁻¹ h⁻¹ を示し最大となった。水温が20℃になると純光合成速度は、0.14 ± 0.05 mgC mgChl. a⁻¹ h⁻¹ となり急激に低下した。呼吸速度は-0.13 ± 0.02 mgC mgChl. a⁻¹ h⁻¹ を示した5℃以外は、およそ-0.40 mgChl. a⁻¹ h⁻¹ 程度であり水温間で大きな差は見られなかった。従って、20℃で純光合成速度が低下した原因は、呼吸速度の上昇ではなく、光合成過程における炭素固定機能の阻害であると思われる。

表2は、室内実験から得られた、大型糸状緑藻 *C. glomerata*, *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Ulothrix zonata* の純光合成速度が飽和光条件下で最大となる最適水温をまとめたものである。矢作川中流域の *C. glomerata* の最適水温は15℃であり (図1参照), Huron 湖の *C. glomerata* の最適水温と同じであった。従って、*C. glomerata* の光合成過程に関する生理的特性は、北米大陸のものと大差ないことが示唆された。また、他の糸状緑藻の最適水温と比較すると *C. glomerata* は、温帯域では、初夏や秋の水温が生

表1 水温5, 10, 15, 20℃におけるカワソグサ (*Cladophora glomerata*) の純光合成および呼吸速度 (平均値 ± 標準偏差, 試料数3)。
Table 1 Net photosynthesis and respiration rate of *Cladophora glomerata* at 5, 10, 15 and 20℃, respectively (average ± SD, n=3).

Water temperature	Date of sampling	Date of experiment	Net photoynthesis rate mgC mgChl. a ⁻¹ h ⁻¹	Respiration rate mgC mgChl. a ⁻¹ h ⁻¹
5	21 February 2003	5 March 2003	0.54 ± 0.07	-0.13 ± 0.02
10	21 February 2003	7 March 2003	1.36 ± 0.17	-0.42 ± 0.10
15	21 February 2003	10 March 2003	1.99 ± 0.48	-0.44 ± 0.03
20	18 March 2003	22 March 2003	0.14 ± 0.05	-0.38 ± 0.06

表2 室内実験から得られた飽和光条件下における糸状緑藻の純光合成速度が最大となる水温。

Table 2 Optimum water temperature of net photosynthesis rates of filamentous green algae under saturated light condition in laboratory condition.

Species	Sampling site	Optimum temperature	Reference
<i>Cladophora glomerata</i>	Yahagi River (middle region)	15	This study
<i>Cladophora glomerata</i>	Lake Huron (USA)	15	Graham et al. (1982)
<i>Mougeotia</i> sp.	Little Rock Lake (USA)	25	Graham et al. (1996)
<i>Spirogyra</i> sp.	Lake Surrey (USA)	25	Graham et al. (1995)
<i>Spirogyra</i> sp.	Lake Biwa (north basin)	35	Nozaki & Mitamura (2002)
<i>Ulothrix zonata</i>	Lake Huron (USA)	5-10	Graham et al. (1985)
<i>Ulothrix zonata</i>	Lake Biwa (north basin)	10	Nozaki unpublished data

育に適していることがわかる。実際に温帯域の河川や湖沼沿岸帯では、*C. glomerata* の群落が初夏と秋に発達することや夏期に減衰することが報告されてきている (Bellis and McLarty, 1967; Lorenz and Herdendorf, 1982; Jackson, 1988; Dodds and Gudder, 1992)。

野崎ほか (2003) および、本研究の結果から *C. glomerata* の純光合成速度は、水温 15 付近が最適であることが明らかになった。この結果は、水温 15 の時期に *C. glomerata* が増殖する可能性が高いことを示している。矢作川中流域では *C. glomerata* 群落が初夏と秋～冬にかけて発達することが報告されてきた。本研究の結果は、その傾向が光合成活性の特性から見て妥当であることを強く示唆している。ただし、Dodds and Gudder (1992) は、夏期の *C. glomerata* の減衰は、高水温による光合成過程の阻害のみでは説明できない事例も多いことを紹介し、他の要因との複合作用の検討が必要であると述べている。そこで、今後は、矢作川中流域から *C. glomerata* を単離し、培養系の確立を行い、水温だけではなく、光環境の変動や栄養塩の供給に対する応答など、より詳細な生理生態的特性を明らかにしていく予定である。

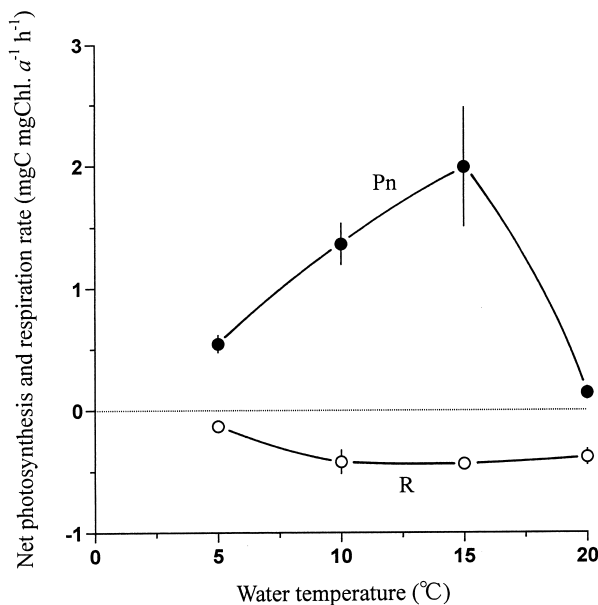


図1 糸状緑藻 *Cladophora glomerata* の純光合成速度 (Pn) および呼吸速度 (R) と水温との関係。誤差線は標準偏差を示す (試料数3)。

Figure 1 Relationships between net photosynthesis and respiration rates of a filamentous green alga *Cladophora glomerata* and water temperature. Error bar shows Standard deviation ($n=3$).

謝 辞

矢作川への試料採集に同行し、調査の補助をして下さった野崎妙子氏に感謝する。また本研究の遂行に当たり、豊田市矢作川研究所の所員の皆様には人工気象器をはじめ研究環境の提供など多くの助力を頂いた。ここに記して感謝する。

Summary

Relationship between photosynthetic activities of a filamentous green alga *Cladophora glomerata* collected from the middle region of the Yahagi River and water temperature was investigated in laboratory experiments. The experiments were carried out at 5, 10, 15 and 20 °C. Maximum rate of net photosynthesis of *C. glomerata* was observed at 15 °C, and it decreased drastically at 20 °C. Thus, the optimum water temperature for the net photosynthesis of *C. glomerata* was thought about 15 °C. The optimum temperature of *C. glomerata* in this study was the same result as the previous study carried out at Lake Huron, USA. Water temperature in early summer and autumn at the middle region of the Yahagi River when the *C. glomerata* community developed well was nearly same as the optimum temperature of *C. glomerata*. Therefore the seasonal pattern of *C. glomerata* seemed to be regulated by the change of the water temperature.

文 献

- Bellis, V. J. and D. A. McLarty (1967) Ecology of *Cladophora glomerata* (L.) KUTZ. in southern Ontario. *Journal of Phycology*, 3: 57-63.
- Dodds, W. K. and D. A. Gudder (1992) The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology*, 28: 415-427.
- Graham, J. M., M. T. Auer, R. P. Canale and J. P. Hoffman (1982) Ecological studies and mathematical modeling of *Cladophora* in Lake Huron: 4. Photosynthesis and respiration as functions of light and temperature. *Journal of the Great Lakes Research*, 8: 100-111.
- Graham, J. M., J. M. Kranzfelder and M. T. Auer (1985) Light and temperature as factors regulating seasonal growth and distribution of *Ulothrix zonata* (ULVOPHYCEAE). *Journal of Phycology*, 21: 228-234.
- Graham, J. M., C. A. Lembi, H. L. Adrian and D. F. Spencer (1995) Physiological responses to temperature and irradiance in *Spirogyra* (ZYGNEATALES, CHAROPHYCEAE).

- Journal of Phycology, 31: 531-540.
- Graham, J. M., P. Arancibia-Avila and L. E. Graham (1996) Physiological ecology of a species of the filamentous green alga *Mougeotia* under acidic conditions: Light and temperature effects on photosynthesis and respiration. Limnology and Oceanography, 41: 253-262.
- Jackson, M. B. (1988) The dominant attached filamentous green algae of Georgian Bay, the North Channel and Eastern Lake Huron: Field ecology and biomonitoring potential during 1980. Hydrobiologia, 163: 149-171.
- Lorenz, R. C. and C. E. Herdendorf (1982) Growth dynamics of *Cladophora glomerata* in western Lake Erie in relation to some environmental factors. Journal of Great Lakes Research, 8: 42-53.
- Lorenzen, C. J. (1967) A note on the estimation of chlorophyll *a* in freshwater algal communities. Limnology and Oceanography, 12: 340-346.
- Nozaki, K. and O. Mitamura (2002) Seasonal change in a filamentous green-algal community in the littoral zone of Lake Biwa: examination of temperature effect on its summer decline. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 28: 1739-1744.
- 野崎健太郎・神松幸弘・山本敏哉・後藤直成・三田村緒佐武 (2003) 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, 7: 169-176.
- 白金晶子 (2002) 矢作川中流域の水質 - 古岸水辺公園を中心に -. 矢作川研究, 6: 99-111.
- 内田朝子・藤居 勇・山戸孝浩 (2002) 矢作川における大型糸状緑藻の時空間変動. 矢作川研究, 6: 113-124.

〔 椋山女学園大学人間関係学部人間関係学科：〒470
-0131 愛知県日進市岩崎町竹ノ山37-234 〕