

ダム群が下流の付着藻群落に及ぼす影響：天竜川扇状地区間における冬季の事例

名古屋大学大学院環境学研究科 正会員 田代 喬
同工学研究科 学生員 檀上直也, フェロー 辻本哲郎

1. はじめに

付着藻類は河川における一次生産の主要な部分を担い、底生動物・魚類といった高次消費者に利用されるなど、河川生態系における食物連鎖、物質循環において重要な役割を果たしている¹⁾。付着藻類の増殖・減衰は短期間に生起するが、その背景には草原から森林に至る陸上植生の遷移に近似した群落組成の変化が存在するため²⁾、その構造を分析することは生態系の現状把握に有用である。

本研究では、ダム群が下流河川の生態系に及ぼす影響を記述することを目的とし、天竜川下流で冬季に調査した付着藻群落の分析に基づいて、著者らの既報³⁾に新たなデータを加えて考察した結果を報告する。

2. 材料と方法

天竜川下流の扇状地区間の流程に沿った早瀬（河口から 9.0km, 16.6km, 21.8km, 28.4km 地点）において、過去数ヶ月大きな出水が無く、安定した流況下の 2006 年 12 月 22 日に調査を実施した。天竜川は治水・利水・発電のために佐久間ダム（71km 地点）に象徴される大小 15 のダム群を有するが、最下流に位置する船明ダム（約 29km 地点）より下流では、河床勾配、材料構成がほぼ一様で同一セグメントの様相を呈する。

各地点では多項目水質計（YSI/Nanotech(株)製 556MPS）により、水温、電気伝導度、溶存酸素濃度、pH、酸化還元電位を計測した。流芯付近において 5 個の大礫（64~256mm）を下流方向よりランダムに選定し、これを中心とする 25cm×25cm 枠内において水深、流速（60%水深）を計測し、表層の底質組成を各粒径クラス（(1)巨礫:>256mm, (2)大礫：64~256mm, (3)中礫：16~64mm, (4)小礫：2~16mm, (5)砂・泥：<2mm）の面積割合を目視判別した。大礫試料はその長・中・短軸径を計測した後、それぞれの表面にコドラート（5cm×5cm）を設置し、水中用多波長励起蛍光光度計（bbe Moldaenke GmbH社製 Benthofluor, 以下ベントフローと表記）により緑藻、藍藻、珪藻ごとにクロロフィル a 量を計測した後、同箇所をブラシで剥ぎ取って持ち帰り、付着藻類の種の同定および細胞数計数の分析に供した。

3. 結果と考察

調査時の各地点の水質はほぼ同様で、水温 9.7~10.2℃、電気伝導度 0.14 mS/cm、溶存酸素濃度 11.6~12.3 mg/l、pH 7.7~8.1、酸化還元電位 40.7~60.0mV であった。表-1 には、各調査地点における水深、流速、底質クラス、礫平均径、礫形状係数、クロロフィル a 量（総量 (T)、緑藻 (G)、藍藻 (BG)、珪藻 (D)) の平均値と標準偏差を示す。地点間の計測因子の差について一元配置分散分析と事後比較検定を行ったところ、表中の添字を記した 2 地点間で有意な差が検出され、有意性が確認されたいずれの変数でも St. 1 の特殊性を示す結果を得た。

表-1 各調査地点における計測因子（平均±標準偏差で表記）（英大文字：P<0.01, 英小文字：P<0.05, Tukey-Kramer test）

	水深[cm]	流速[cm/s]	底質レベル	礫平均径[cm]	礫形状係数	Chl.a _(T) [mg/m ²]	Chl.a _(G) [mg/m ²]	Chl.a _(BG) [mg/m ²]	Chl.a _(D) [mg/m ²]
St. 1	40.4±2.1 ^A	121.6±4.7 ^A	3.2±0.3 ^{Aa}	8.9±0.6	0.5±0.1	27.7±4.0 ^A	9.1±4.7	9.6±0.8 ^{Aa}	9.1±1.1 ^A
St. 2	28.2±2.0 ^B	87.1±10.4 ^{Bca}	2.7±0.2 ^{bc}	10.0±1.4	0.5±0.1	7.8±1.0 ^B	-	5.4±0.7 ^B	2.5±0.8 ^B
St. 3	27.2±3.7 ^B	71.5±9.6 ^{Bb}	2.7±0.1 ^{bc}	10.6±1.5	0.4±0.1	10.4±2.8 ^B	-	6.4±2.2 ^b	4.0±0.7 ^B
St. 4	30.4±5.5 ^B	64.3±7.6 ^{BD}	2.3±0.3 ^{Bd}	10.4±1.3	0.6±0.2	11.6±1.6 ^B	-	6.8±1.4 ^b	4.8±2.3 ^B

キーワード：ダム下流、付着藻群落、多波長励起蛍光光度計、多次元尺度構成法

連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町 1 番地 名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

TEL. 052-789-4628, FAX. 052-789-3727

付着藻類の細胞数密度[cells/mm²]の結果については、全試料を通じ *Achnanthes japonica*, *Diatoma vulgaris* の2種が確認されるなど羽状目珪藻が多かった。緑藻類はほぼ全地点で確認され、最下流の St. 1 でのみ *Cladophora* sp. (カワシオグサ) が優占し、最上流の St. 4 だけに *Spirogyra* sp. (アオミドロ) が出現した一方、St. 2~4 では *Stigeoclonium* sp. (カエトフォラ) が共通して出現した。これらはごく一般に見られる種で、*A. japonica* は水平に、*D. vulgaris* は群体をつくり、*Cladophora* sp., *Spirogyra* sp., *Stigeoclonium* sp. は糸状体をつくって基物に付着する⁴⁾。なお、藍藻類は St. 3 の5試料を含む9試料に偏在したがいずれも多くなかった。したがって、各調査地点における付着藻類出現種にはいくつかの傾向が認められたが、細胞数密度ベースの分類群組成(緑藻, 珪藻, 藍藻)は、表-1中のクロロフィル a 量の構成におけるそれと一致しなかった。

続いて、付着藻群落における群落組成の変化を可視化するために、各調査地点における確認種とそれぞれの細胞数密度の組み合わせを用いて、次式で定義する Bray-Curtis similarity⁵⁾ に基づく多次元尺度構成法 (Non-metric Multi-Dimensional Scaling, Primer Ver.6.1.6⁶⁾ による) を実施したところ、図-1のような結果を得た。

$$S_{17} = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sum_i |y_{i\alpha} - y_{i\beta}|}{\sum_i y_{i\alpha} + \sum_i y_{i\beta}} \right) \quad (\text{for St. } \alpha \text{ vs St. } \beta) \quad (1)$$

ここで、 $y_{i\alpha}$: 任意の地点 St. α における種 i の細胞数密度、 $y_{i\beta}$: St. α 以外の地点 St. β における種 i の細胞数密度である。

図中の閉曲線は Similarity 50% (式(1)) を示しており、3つのグループに類型化されたが、調査地点との一致が見られたのは St. 1 だけであった。調査区間 (St. 1~4) は直上流の船明ダムを含むダム群の下流に位置し、流下するにたがって徐々にその影響が小さくなるのが想定されたが、そのような傾向は見られなかった。むしろ前述したように、計測因子の結果 (表-1 参照) で特殊性が示された St. 1 において特異的な付着藻群落形成されていることが示唆された。この結果は、水質がほぼ同様で横断工作物も存在せず、安定した流況が続いたことにより、局所的な物理環境が大きく影響したものと推察される。

4. おわりに

本研究では付着藻の群落組成を調査することにより、ダム群が下流河川の生態系に及ぼす影響を記述することを試みたが、インパクト・レスポンスの解明までには至らなかった。今後は、群落組成を特徴づける要因の分析をさらに進めた上で、調査時季、調査区間を増やすなどして考察を加えたい。

参考文献

- 1) Allan, J.D.: *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*, Chapman and Hall, New York, USA, 388 p, 1995.
- 2) Stevenson R.J., Bothwell M.L. and Lowe R.L.: *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*, Academic Press, San Diego, USA, 753 p, 1996.
- 3) 田代 喬, 檀上直也, 辻本哲郎: 現地型計測機器による付着藻類現存量測定とその有効性に関する考察, 河川技術論文集, Vol. 13, pp.81-84, 2007.
- 4) 山岸高旺編著: 淡水藻類入門: 淡水藻類の形質・種類・観察と研究, 内田老鶴圃, 東京, 646p, 1999.
- 5) Bray, J.R. and Curtis, J.T.: An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin, *Ecological Monographs*, Vol.27, pp.325-349, 1957.
- 6) Clarke, K.R. and Gorley, R.N.: *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*, Primer-E Ltd., Plymouth, UK, 190p, 2006.

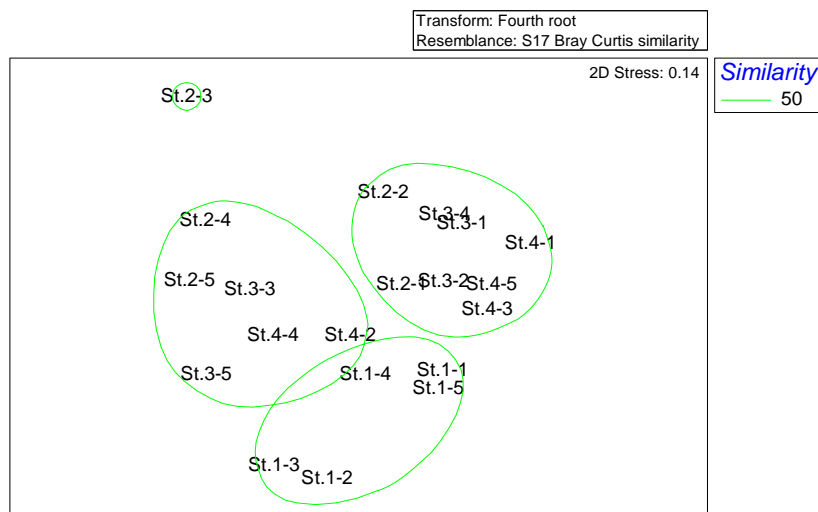


図-1 Bray-Curtis Similarity を用いた多次元尺度構成法による冬季の天竜川扇状地区間における付着藻群落の解析