

ダム下流における付着藻類の特徴と支川合流の影響—阿木川ダムを事例に—

皆川朋子¹⁾, 片野泉¹⁾, 萱場祐一¹⁾, 河口洋一²⁾¹⁾ (独) 土木研究所 水環境研究グループ自然共生研究センター²⁾ 九州大学大学院 工学研究院

1. はじめに

ダム等の横断工作物が及ぼす河床付着物への影響については、付着藻類群の形成過程において最後に定着する糸状藻類の繁茂 (Peterson and Stevenson 1992, 野崎 2000), 低流速域におけるシルト等の微細な土粒子の堆積, これに伴う水生昆虫や魚類(主にアユ *Plecoglossus altivelis*)の餌資源としての価値の低下 (Allan et al. 1997; 森下 2002; 内田 2002)がしばしば指摘されている。また, ダム下流では, 垂直方向に発達した珪藻群集が形成されること (白鳥ほか 2003), AI (Autotrophic Index) が高いこと (竹門 2006) 等が報告されている。しかし, 現段階では, ダム下流の環境改善の具体的なシナリオを作成していくための定量的知見は不足しており, 今後, 更なる現象の解明及び知見の集積が必要である。

そこで本研究では, ダム下流の付着藻類の量的・質的特徴を, 環境要因と関連づけながら明らかにすることを目的に, 木曾川水系阿木川ダムを対象に, ダム上流, 下流, これに合流する最初の支川及び支川合流後の4区間に調査区を設け, 付着藻類, 底生動物及び環境調査を行った。

2. 方法

木曾川支川阿木川 (流域面積; 136km², 流路長; 22km) に設置された阿木川ダム(岐阜県恵那市)を調査対象とした。阿木川ダムは, 1999年に完成した多目的ダムで, 流域面積 81.8km², 有効貯水量は 4,800 万 m³ である。調査地点は, ダム上流(UD), ダム直下から最初の支川が流入するまでの区間(DD), ダム下流に流入する最初の支川である飯沼川 (TR), 飯沼川合流後下流 (UT) の4区間に設けた。調査は 2005年3月及び8月に実施した。表-1に, 調査時の流量を示す。調査日までの30日間のダムからの放流量は, それぞれ 1.4±0.3m³/s, 2.6±1.0m³/s (平均値±標準偏差) で, 前者は, 低流量でほぼ一定流量が流下していた期間, 後者は, それより高い流量で, 流量の変動がみられた期間として位置づけられる。なお, 対象河川の流域の地質は風化花崗岩であるため, 砂や小礫等の細かな粒径の土砂の供給が比較的多い河川である。

表-1 調査時の流量 (平均値, m³/s)

区間	2005.3	2005.8
UD	1.3	2.3
DD	1.3	3.3
DT	1.7	3.9
TR	0.4	0.6

付着藻類の採取は, 各区間の瀬を対象に, φ15~25cm 程度の石の上面の 5×5cm² あるいは 5×10 cm² の範囲から, ナイロンブラシ及び蒸留水を用いて採取し, クロロフィル *a*, フェオフィチン, 乾燥重量, 強熱減量の測定, 種の同定及び計数を行った (n=12)。また, 調査地点の水深, 流速, 底質の粒径割合 (河床表面に占める砂, 小礫, 中礫, 大礫, 巨礫の占める割合), 水温, 電気伝導度, pH, SS, 流下土砂量等を測定した。底生動物については, 50×50cm² のコドラートを設置し, 0.25mm メッシュサーバーネットを用いて採集し, 同定・計数した (片野ほか 2005)。

以上, それぞれの調査時期の結果について, 4区間の付着藻類の現存量, 種数, 優占種, 及び藻類群集の類似度等を比較した。また, 付着藻類現存量に影響を及ぼす環境要因について分析した。

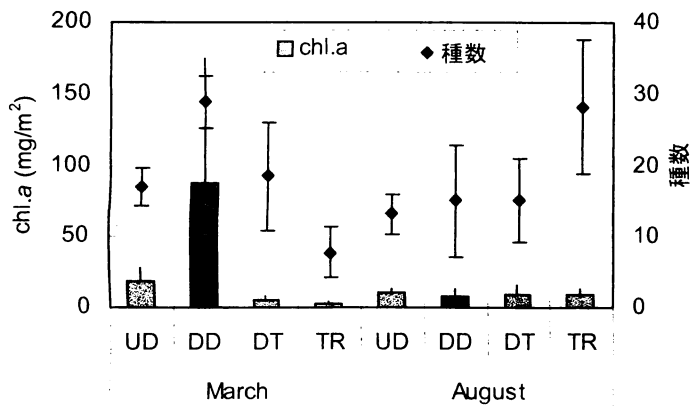


図-1 付着藻類現存量と種数 (平均値±標準偏差)

3. 結果と考察

(1) ダム下流における付着藻類の特徴と支川合流の影響

3月における付着藻類現存量をクロロフィル a で比較すると、ダム下流 (DD) が他の区間よりも高く、次いでダム上流 (UD) で、支川合流後 (DT) 及び支川 (TR) で低かった (図-1)。出現種数についてもダム下流 (DD) が最も高く、次いで、ダム上流 (UD) 及びダム支川合流後 (DT) で、支川 (TR) が最も低かった (図-1)。優占種については、ダム下流 (DD) では、珪藻の *Achnantes* sp. が優占した他、*Melosira* sp., *Fragilaria* sp., *Cymbella* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula* sp. 等の珪藻が他の区間よりも多く出現していた。また、浮遊性の *Aulacoseira* sp., 及び *Asterionella* sp. の出現も特徴的であった。これらは、流下プランクトン調査結果からも検出され、貯水池由来のものと考えられる。一方、

ダム上流 (UD) では、黄金藻の *Hydrurus* sp., 藍藻の *Homoeothrix* sp., 支川合流後では、*Chamaesiphon* sp., 藍藻の *Homoeothrix* sp., 支川 (TR) では、*Homoeothrix* sp., *Chamaesiphon* sp., *Achnantes* sp. が優占した。また、NMDS/ANOSIM の結果、群集構造は各区間で異なり、支川合流後 (DT) の群集は、ダム下流 (DD) と支川 (TR) の中間に位置した。これは、底生動物群集の違い (片野ほか 2005) と同様の傾向であり、支川合流による影響と考えられる。

一方、8月における付着藻類現存量は、各地点間で違いはみられず、出現種数についても、ダム下流 (DD)、ダム上流 (UD) 及び支川合流後 (DT) で差異はみられなかった (図-1)。また、優占種については、すべての地点で *Homoeothrix* sp. 及び *Chamaesiphon* sp. であり、NMDS/ANOSIM の結果においても3月でみられた各区間の違いは認められなかった。

以上のように3月においては、ダム下流 (DD) の付着藻類の現存量及び群集構造は、他の区間と比較し異なっていたのに対し、8月においては、明瞭な違いは認められなかった。

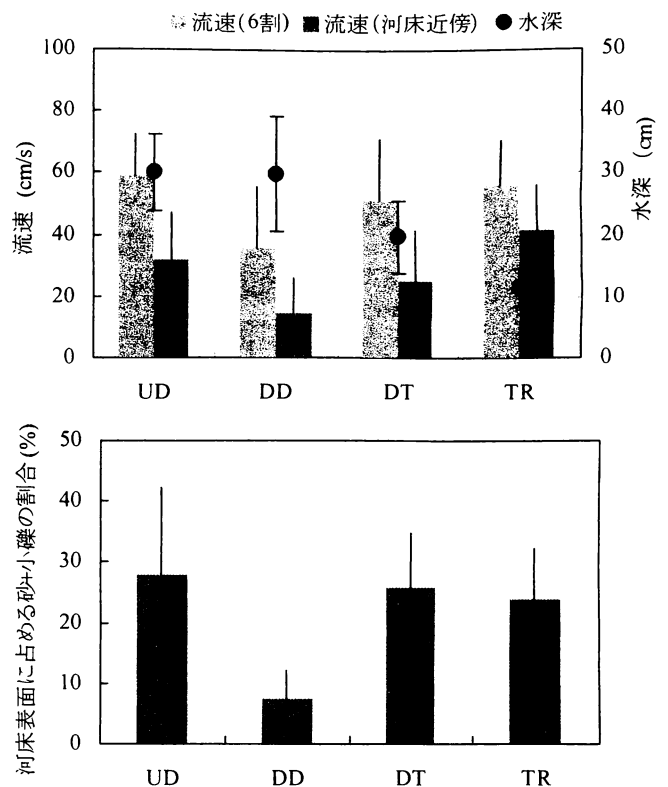


図-2 3月調査における水深、流速及び河床に占める砂及び小礫の占める割合 (平均値±標準偏差)

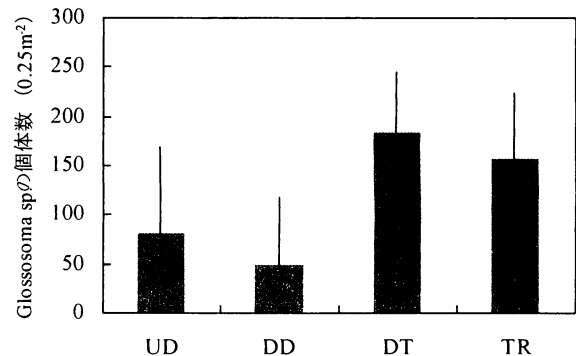


図-3 3月調査における *Glossosoma* sp. の個体数 (平均値±標準偏差)

(2) 付着藻類の現存量に影響を及ぼす環境要因

ダム下流(DD)と他の区間で付着藻類の現存量や群集構造が異なっていた 3 月の調査結果を対象に、クロロフィル *a* 量と環境要因との関係について、相関係数の検定を行った。なお、環境要因には、流速、流下土砂量や底質材料の粒径割合等の物理的な環境要因、栄養塩類濃度や水温等の他、底生動物群集で優占していた代表的な藻類食者で、調査時においても摂食の状況が確認された *Glossosoma* sp. (ヤマトビケラ属) の個体数を含めた。その結果、水深、流速 (図-2)、流下土砂量、河床表面の砂 ($\phi < 2\text{mm}$) 及び小礫 ($\phi 2\text{-}16\text{mm}$) の割合 (%) (図-2)、及び *Glossosoma* sp. の個体数 (図-3) との間に有意な相関関係が認められた。付着藻類現存量に影響を及ぼす要因は、主に流速等の流れの状態や流下土砂量など物理的に河床付着物に作用する因子と、*Glossosoma* sp. による摂食圧が作用していることが示唆された。そこで、共線性 ($R > 0.8$) 因子を除き、流速、砂+礫の割合 (%), *Glossosoma* sp. の個体数を因子として主成分分析を行った結果、流速及び砂+礫の割合 (%) が寄与する第一主成分(PC1), *Glossosoma* sp. の個体数が寄与する第二主成分 (PC2) が得られた。PC1 を x 軸, PC2 を y 軸として展開すると、主に、ダム下流(DD)は、攪乱の程度等を示す物理的な要因及び摂食圧が低い象限、支川 (TR) と支川合流後 (DT) は、両要因が高い象限、ダム上流(UD)は、物理的な要因は高いが、摂食圧は低い象限にプロットされた。これらと付着藻類現存量を照らし合わせると、ダム下流(DD)では、物理的攪乱要因及び摂食圧の作用が低いため、付着藻類現存量が高く、ダム上流(UD)では、物理的攪乱要因が作用したため、現存量はそれより低く、支川 (TR) 及び支川合流後 (DT) では、物理的攪乱要因と摂食圧が作用し、現存量がさらに低くなったものと解釈された。また、*Glossosoma* sp. の個体数は、水深とは負、河床近傍の流速、小礫の割合 (%) とは正の相関関係がみられた。これらのことから、ダム下流(DD)の高い付着藻類現存量には、流速の低下や粗粒化等により、物理的な攪乱要因が低下したこと、そして、これらを介して、小礫や砂を巣材として用いる *Glossosoma* sp. の個体数 (摂食圧) が低く抑えられたことが関与し、支川合流後は、支川から流量と土砂が供給され、流速、流下土砂量及び小礫等の割合等が増加し、さらに *Glossosoma* sp. の個体数の増加により摂食圧が高められたことにより、現存量が支川と同程度まで低下したものと推察された。

4. まとめ

本研究では、木曾川水系阿木川ダムを対象に、ダム下流の付着藻類の量的・質的な特徴、支川流入の影響を明らかにすることを目的に、ダム上流、下流、ダム下流に最初に流入する支川及び支川合流後に調査地点を設け、流況が異なる 2005 年 3 月及び 8 月に調査を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- ① 3 月におけるダム下流の付着藻類現存量は、ダム上流や支川よりも高く、藻類群集も異なっていたが、支川合流後は、現存量は支川と同程度で、藻類群集は、ダム下流と支川の中間的な構造であった。一方、8 月においては、現存量及び藻類群集ともに違いはみられなかった。
- ② 3 月調査を対象に、付着藻類現存量に与える環境要因について分析した結果、主に、流速、流下土砂量、底質の粒度組成等の物理的な要因、及びヤマトビケラ属の摂食圧が影響していることを示唆した。ダム下流の高い付着藻類現存量は、流速の低下、粗粒化等の物理的な環境要因の変化と、これに関連し、ヤマトビケラ属の個体数 (摂食圧が低い) が低く抑えられたことが関与していること、また、支川合流後は、これらの物理量が支川とほぼ同程度に回復し、これに伴い、ヤマトビケラ属の個体数 (摂食圧) が増加することにより付着藻類現存量は、支川と同レベルとなったことを推察した。

今後、さらに流域の地質等の環境条件の違いや、ダムによる流量制御の傾向の違い等を考慮し、様々な事例について検討し、知見を蓄積していく必要がある。

参考文献

Allan J.D., Ericson D. L. & Fay J. (1997) The influence of catchment land use on stream integrity across multiple

spatial. *Fresh water Biology* 37:149-161.

片野泉・河口洋一・田代喬・皆川朋子・萱場祐一 (2005) ダム下流における支川合流が、河川底生動物群集に与える影響—木曾川水系阿木川・2005年3月のデータから—, 第9回応用生態工学会講演集:43-44.

森下郁子 (2002) 応用生態工学考, *JICE REPORT* 2002(1):60-69., (財)国土技術研究センター.

野崎健太郎・内田朝子(2000) 河川における糸状緑藻の大発生, *矢作川研究所* 4:159-168.

Peterson C.G.& Steavenson R.J. (1992) : Resistance and resilience of lotic algal communities:importance of disturbance timing current, *Ecology*,73:1445-1461.

白鳥実・上月康則・倉田健悟・長谷田真千・小藤美樹・村上仁士 (2003) 徳島県勝浦川におけるダム下流珪藻群集の特徴とその形成過程, *環境工学研究論文集* 40:117-126.

竹門康弘 (2006) 貯水ダム下流域の底質環境と底生動物群集の特性 第14回自然共生河川研究会 講演概要集 : 3-6.

内田朝子 (2002) 矢作川中流域におけるアユの消化管内容物, *矢作川研究* 6:5-20.