

光環境勾配に対する河川性底生動物群集の反応

愛媛大学大学院 学生会員 ○杉原 達也, 中島 健吾
愛媛大学大学院 正会員 三宅 洋

1. はじめに

河川に沿って発達する樹林帯である河畔林は、様々な経路を介して河川生態系に影響を及ぼすと考えられている。河畔林が伐採されると、光量の増加に伴う付着藻類量の増加を介して、河川生態系に強い影響が及ぶと考えられる。このため河畔林の有無に基づき、河畔林が伐採された河川区間と現存する河川区間との間で多くの比較研究が行われている。ここで森林生態系に注目すると、森林の林床においては上空の樹冠の鬱閉度合いによって多様な光環境が見られることが報告されており、河畔林の樹冠に上空を覆われる河川においても同様に光環境の異質性が生じていると予想される。河畔林の有無による河川区間スケールでの単純な比較だけでは、より小さな空間的スケールにおける光環境の異質性と、それに対する河川生態系の反応が見逃される可能性がある。しかしながら、河川における光環境の変化をより小さな空間的スケールにおいて連続的に捉え、河川性底生動物に及ぼす影響を対象とした研究はこれまでに行われていない。そこで本研究では、河畔林の伐採を含む河畔植生の差異が引き起こす光環境の連続的な変異を小さな空間的スケールで把握し、これに対する付着藻類および底生動物群集の反応を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

本研究は、2008年9月1日および9月2日に愛媛県松山市を流れる重信川水系石手川の上流域に位置する支流である岩屋小屋川で行った。林業活動により河畔林が人為的に伐採された区域を含む約1,200 mの河川区間を調査区間とした。この区間内に存在する瀬ごとに、その流心部に計71地点の調査地点を設置した。

各調査地点で底生動物サンプルおよび付着藻類サンプルを採取した。光環境を評価するために同地点の河川水面直上で、全天空写真を撮影した。河川の物理環境を評価するために、同地点で流速 (cm s^{-1})、水深 (cm) および川幅 (m) を測定し、底質粗度の面積割合を目視により測定した。底生動物は、可能な限り下位の分類群まで同定し、計数した。底生動物の餌資源量として付着藻類量 (mg m^{-2}) を求めた。底生動物量を表すために、総生物体量 (mg m^{-2}) を算出した。

河川の光環境および餌資源である付着藻類量の変異に対する底生動物の反応に注目したため、底生動物の中でも藻類マットを摂食する機能群である刈取食者のみを解析対象とした。付着藻類量の決定要因を明らかにするために、水深、流速、川幅、底質粗度、開空度および刈取食者の生物体量を説明変数、付着藻類量を応答変数として、一般化線形モデル (generalized linear model: GLM) による解析を行った。赤池情報量基準 (Akaike's information criterion: AIC) に基づくステップワイズ法 (増減法) によりモデル選択を行った。同様に、刈取食者の群集構造の決定要因を明らかにするために、水深、流速、川幅、底質粗度、開空度および付着藻類量を説明変数、刈取食者の生息密度、生物体量および分類群数を応答変数とした解析を行った。また、個々の説明変数と応答変数との組み合わせについて GLM を用いた曲線のあてはめを行った。誤差構造として、生息密度および分類群数はポアソン分布に、付着藻類量および生物体量はガンマ

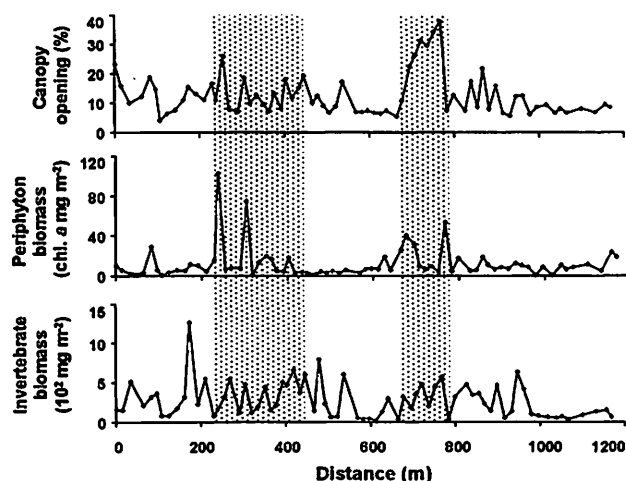


図1 最上流調査地からの距離と、開空度、付着藻類量および刈取食者の生物体量との関係。網かけ部分は伐採区に接する河川区間を表す。

分布に従うと仮定した。

3. 結果および考察

開空度、付着藻類量、刈取食者の生物体量には各調査地点で大きな変異が見られた。河畔林の伐採区では開空度の高い地点が多く、それ以外の現存区では低い地点が多かったが、全体として開空度には大きな変異が見られた（図 1）。付着藻類量は伐採区内で大きな値を示したが、同じ伐採区内でも大きな差異が見られた。河畔林の現存区で生物体量は小さな値を示す場合が多かったが、調査地点によっては大きな値も見られた。山地溪流河川では、河畔林の林相に加えて河川周辺の低木や草本植物などによる被陰が河床に到達する光量に影響を及ぼすと推測されるため、光環境の異質性は、これらのような林相および植生の差異によって引き起こされていると考えられる。

付着藻類量の決定要因は不明瞭であった。AIC によるモデル選択の結果、付着藻類量の最適モデルには開空度が説明変数として取り入れられた（表 1）。しかし、このモデルは統計的に有意ではなかった。GLM による曲線あてはめの結果、付着藻類量は、開空度と有意な関係が見られなかった（図 2）。一般に、河川内の光量が増加すれば付着藻類の一次生産量は増加すると予想される。しかし、既存の研究から付着藻類を餌資源とする刈取食者の摂食圧によって、光量の増加に伴う付着藻類の増加が抑制される例があることが示唆されている。また、当該河川における既存調査から、光量の増加により付着藻類の生産量が増加した場合でも、刈取食者の摂食によって付着藻類の現存量の増加は抑制されることが示されている。よって、本研究でも開空度の高い地点で付着藻類の生産量は多かったものと推測されるが、刈取食者の摂食によって付着藻類の現存量は抑制されていた可能性が考えられる。

刈取食者の生物体量には、開空度が強い影響を及ぼしていることが明らかになった。AIC によるモデル選択の結果、生物体量の最適モデルには開空度のみが選択された（表 1）。GLM による曲線あてはめの結果、刈取食者の生物体量は開空度との間に有意な関係が見られ、開空度が高い調査地点で生物体量が多かった（図 3）。開空度の高い場所では付着藻類の一次生産量が多く、量的に多い刈取食者の生息が可能になっていたと考えられる。以上より、河川内の光環境の異質性は、付着藻類による一次生産量の多寡をもたらし、底生動物群集に影響を及ぼしていることが示唆された。

4. 結論

本研究により、山地溪流河川には瀬・淵レベルの小さな空間的スケールでの光環境の異質性があることが示された。さらに、底生動物群集はこの光環境の異質性に反応していることが示唆された。今後は、河畔林の伐採や河川上空の人為的被陰などの操作実験的な手法を用いて、本研究により導かれた仮説を検証する必要があるものと思われる。現在でも多くの河川で河畔植生の人為的な改変が行われており、河川生態系は劣化の危機にある。本研究は適正な河畔林管理のための保全・再生策に貢献する基礎的データを提供するものと考えられる。

表 1 AIC に基づくモデル選択により得られた最適モデル。応答変数、選択された説明変数、各モデルにおける係数、Z 値を示す。各モデルによる決定係数 R^2 と P 値を示した。

Response variable	Explanatory variable	Coefficient (Estimate $\pm$ SE)	Z value	Model R^2 P	
Periphyton biomass	Intercept	2.041 $\pm$ 0.319	6.395	0.041	0.092
	Canopy opening	0.034 $\pm$ 0.022	1.545		
Invertebrate biomass	Intercept	4.88 $\pm$ 0.202	24.156	0.107	0.005
	Canopy opening	0.053 $\pm$ 0.014	3.872		

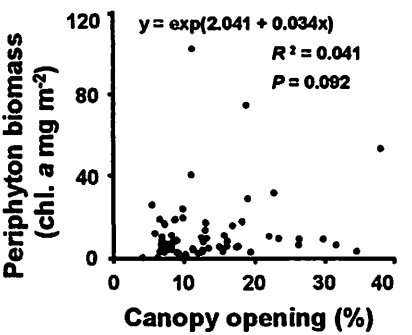


図 2 開空度と付着藻類量の関係。図中の数値は GLM による決定係数 R^2 および P 値。

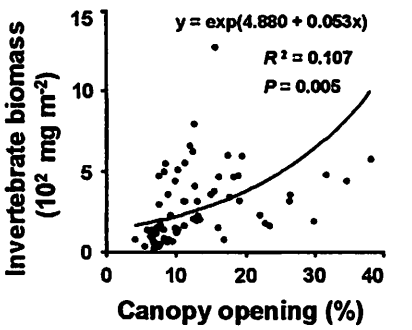


図 3 開空度と刈取食者の関係。図中の数値は GLM による決定係数 R^2 および P 値。図中の曲線は回帰曲線。