

学位論文審査の結果の要旨

氏名	内田朝子	
審査委員	主査	山田佳裕
	副査	一見和彦
	副査	高木基裕
	副査	山口晴生
	副査	野崎健太郎

論文名

河川の分断化が著しい矢作川における付着藻類の栄養状態及び一次生産に関する研究

審査結果の要旨

本研究は、ダムによる分断化が著しい河川において河川生態系の基盤である一次生産者の構造と機能を明らかにするために行った。研究フィールドは、日本においてダムを有する河川の代表として本流に7つの横断構造物を持ち、平均的な河川規模の矢作川とした。矢作川の上中流域の礫河床を対象に、主たる一次生産者である付着藻類に着目し、その構造、栄養状態、一次生産力の流程分布を研究した。また、矢作川では、付着藻類と同じ一次生産者であるコケ植物の生育が確認されており、その流程分布、構成種および一次生産力についても研究を行った。

ダムで分断化が著しい矢作川において、上流から中流域の河床の一次生産者である付着藻類の栄養状態は、季節的に種組成が異なっても変わらなかった。一次生産量は、光合成活性が高まる夏に高くなる一方で、土砂供給による河床攪乱がなく、付着膜が更新されない場所で低くなることがわかった。また、ダム下流域では、コケ植物が生育し、多い場所では、河床の1-2割に分布しており、水生動物の餌である付着藻類の生産が低下していることがわかった。これらより、ダムは付着藻類の本来持っているポテンシャルを抑制していることが明らかになった。具体的な研究成果は次の通りである。

矢作川における過去半世紀の河川環境と付着藻類の変化をみると、矢作川中流域の付着藻類は、高度成長期の1960-1970年代に対し、1980年後半には、出現種数と現存量が増加し、季節的に細胞サイズの大きな糸状緑藻 *Cladophora glomerata* が大発生するまでに変化した。現在の矢作川の付着藻類群落は、初夏から秋にかけてシアノバクテリアの *Homoeothrix janthina* が、水温の低下する冬から春には、 *Cymbella* spp. や *Gomphonema* spp. などの珪藻綱が優占し、季節的に遷移することがわかった。矢作川の上中流域における付着藻類の現存量は *Chl.a* 量で数 mg m^{-2} から約 200 mg m^{-2} の範囲で大きく変動し、高い現存量は、蘚類の混入によってもたらされていた。Hillebrand and Sommer (1999) が提唱した理想的な付着藻類の生体元素比119:17:1を用いて付着藻類の栄養状態を評価したところ、付着藻類の成長にとってリンに関しては一時的に制限状態になる時期があったが、年間という尺度で見ると、矢作川の付着藻類群落が窒素とリンのいずれに関しても強い欠乏状態ではないと評価された。

次に、優占種が異なる夏と冬の光合成活性および一次生産量を流程に沿って明らかにし、一次生産者の機能を解析した。矢作川の一次生産量は、付着藻類の現存量が低い夏に高まった。夏には、アユに代表される藻類食者の捕食圧と出水による河床攪乱で付着物の蓄積が抑制され、自己遮光による光合成活性の低下が回避されていることによると推定された。付着藻類群落の日総生産量は、夏に $0.8 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 、冬に $0.3 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ であり、国内外の河川より小さかった。

一次生産の特徴をみるために、主成分分析をシアノバクテリアの割合、純生産量、光合成速度、Chl. a量、呼吸量で行ったところ、大きく夏と冬で区別され、さらに直上での支流の流入のある地点とない地点に区別された。直上に支流がある地点では夏には純生産量や光合成速度が高く、冬にはChl. a量が少なかった。これより、支流からの土砂供給により、河床攪乱が生じると付着膜が更新され、光合成速度や純生産量が高まる。一方で、ダムの下流では、付着膜が更新されにくく、現存量は大きい、生産性が低いことがわかった。

矢作川の瀬全体の一次生産力を見積もったところ、2月に 130 kg C d^{-1} 、8月に $1,390 \text{ kg C d}^{-1}$ であった。矢作川では、付着藻類の一次生産力は、夏には主な藻類食者であるアユの餌を賄っているが、冬には造網性トビケラの餌の賄っていないことがわかった。

矢作川の上中流域の水中では、付着藻類と同じ一次生産者の役割を持つコケ植物、蘚綱9種、苔綱2種が確認された。流程分布からコケ植物はダム下流域の環境に多く、水位変動にかかわらず、通年、冠水した河床の優占種は、ニブハタケナガゴケ*Ectropothecium obtusulum*とアオハイゴケ*Rhynchostegium riparioides*であることがわかった。矢作川中流のダム下流域の地点において、コケ植物の植被率は、季節を通して、河床全体の10–17%を占めており、冬に最も多くなった。

コケ植物群落の一次生産を付着藻類群落（コケ植物植被率0%）と比較すると、コケ植物群落（同植被率70%）では、単位面積あたりの現存量が多く、大きな生産量を示すが、光合成速度は低かった。コケ植物が増えることで、付着膜の生産が低下することがわかった。

これらのことから、矢作川においては、付着藻類の栄養状態に大きな問題は無いが、ダムによる土砂供給の制限を通して、河床環境に影響を及ぼし、主たる一次生産者である付着藻類の光合成速度を低下させ、生産量を小さくすることがわかった。また、一次生産者の優占種を付着藻類からコケ植物の混入したものに変化させるため、付着膜の光合成速度を低下させることがわかった。結果として、ダムは水生動物の餌である付着藻類の生産を低下させると考えられた。

以上のように、本研究はダムによる土砂供給の改変に着目し、河床の一次生産の変化について明らかにしたものである。現場観測において新しい方法を工夫しながら、一次生産の現状を明らかにしており、学術的な貢献度は高い。また本研究で得られた一次生産者の構造と機能に関する知見は、ダムを有している日本の多くの河川の生態系の保全に貢献すると考えられる。

本論文の公開審査会は、令和3年2月6日にリモートシステムを利用して開催され、学位論文の口頭発表と質疑応答が行われた。引き続き行われた学位論文審査委員会で本論文の内容を慎重に審議した結果、審査委員全員一致して博士（農学）の学位を授与するに値するものと判定した。