

河川生態系における川虫の役割

大阪府立大学総合科学部 谷田一三

Function of stream insects in riverine ecosystems, by Kazumi TANIDA (Ecological Laboratory, CIAS Osaka Prefecture University)

1. はじめに

水生昆虫の生態学・系統分類学研究の立場から、河川の自然とは、そしてその復元についても少々考えて見たい。とくに、川虫（河川性の水生昆虫）の河川生態系における役割を再検討してみたい。

河川の生態システムも基本的には他の生態系との共通性が高いが、そのなかで大きな違いをあげるとすれば、次のような部分だろう。1) 上流から下流へと、生態影響、物質、エネルギーと流れの方向が卓越し、それらの間の連続性が極めて高い（連続性と開放性）。2) 洪水や渇水という河川生物や環境にかなり大きなインパクトを与える攪乱がかなりの頻度で起こりながらも、一定の生物群と環境セット（あるいは生息場所）が保存される（動的安定系）。3) 瀬-淵構造を基本とする生息場所繰り返し配置され、それぞれの中にも多様な微生息場所が存在する（複雑系）。これらが、河川生態系の大きな特性のように思われる。

2. 河川連続体仮説をめぐって

Vannoteらが提出したこの仮説には様々な異論はあるが、河川生態系を理解する枠組みとしては広く認知されている。河川では温度、川幅、流量などの環境要因は、上流から下流へと連続的に変化する。物質や生態影響は、基本的には上流から下流へ向かう。魚類の遡上、水生昆虫の親虫の遡上飛行などの生物過程がこの方向を逆転させるが、その規模は全体から見れば少ない。

河川の生態系を支える基礎エネルギーは大きく見て2つある。1つは太陽エネルギーで、これは流水中の附着藻類や水生植物を育て、それらが直接、間接に河

川動物の餌となる。もう1つの基礎エネルギーは、周辺森林などから供給される落葉などである。光エネルギーを基本とする生植物食物連鎖に加えて、外来性有機物を基礎とする腐食食物連鎖（あるいは微生物食物連鎖）が重要な役割を果たすが、河川の特長である。これらの基礎エネルギーと、上流から下流への物質とエネルギーの流れとに着目した河川生態系の枠組みが、河川連続体仮説（概念）である。

上流では河畔林が繁り水辺に迫るために外来性有機物（落葉など）の供給は多いが、樹冠が覆い河床の光量が少なく、附着藻類や水生植物群落は発達しない。ここでは腐食食物連鎖のほうが卓越する。川虫としては落葉などの大型の有機物粒子を砕くシュレッダーが大きな役割を果たす。中流域では川幅が広がり河床への日照量は大きくなり、藻類や水生植物の生産量が大きく、生植物食物連鎖が卓越する。直接に生植物（附着藻類など）を利用するのは、グレーザーである。また、上流などから供給される有機物粒子も重要な基礎資源である。流下する有機物粒子を効率的に捕捉するのが濾過コレクターである。下流域では、河川は深くなり水中の懸濁物も増え河床への到達光量が低下し、植物の生育は再度減少する。上流から流れてくる細かい有機物が基礎となる腐食食物連鎖が主体となる。流下有機物とともに堆積有機物も重要な餌資源となる。

このような基本的な機構変化に対応して、底生動物の群集組成も劇的に変化する。上流域では、落葉などに依存するシュレッダー（破碎食者）が優占する。カクツツトビケラ類など筒巣を作るトビケラ類が多い。これらは、落葉とその上に生える微生物（カビ、バクテリア）を餌とし、食べ残し、糞などの形でより小さな

有機物を排出する。中流域では、生植物、とくに石面の付着藻類を餌とするグレーザー（刈り取り食者）が増加するとともに、上流で細かくされた有機物を餌とするコレクター（収集食者）も増える。ヒラタカゲロウ類は水生昆虫グレーザーの代表だが、アユも魚類中では異例の藻類専食に近いグレーザーである。水中を流れてくる有機物を餌とする濾過摂食者、とくに造網性トビケラのシマトビケラ類やヒゲナガトビケラ類の幼虫が、コレクターとして物質循環に大きな役割を担う。下流域では、上流から流れて堆積する細かい有機物を餌とする堆積物コレクターや、河床付近を漂う細かい有機物を餌とする懸濁物コレクターが多い。二枚貝類、ミミズ類、ユスリカ類などである。

上流で河畔林などから供給された粗大有機物の落葉は、生物的過程に加えて物理的、化学的過程によっても、徐々に小型化（ダウンサイジング）されていく。しかも、繰り返して生物に使われながら（生態的循環：スパイラリング）小型化が進む。このスパイラリングによって、早い流れの河川であっても有機物や栄養塩の滞留時間が長くなる。このスパイラリングとダウンサイジングが健全に行われることが、豊かな河川生態系を保持する基本で、生物の量・多様性と滞留時間には正のフィードバックが働く。

3. 虫の目で見えた生態システムの保全

これらの過程が保証される河川とはどのようなものであろうか。河川連続体仮説は、1) 周辺（流域）と河川との連関性が確保されていること。2) 上流から下流への連続性が確保されることが重要と教える。ダウンサイジングとスパイラリングの機能が働くためには、3) 有機物や栄養塩の河川内での滞留時間が確保されることも必要だろう。

周辺域と河川の連関性については、河畔林などの重要性の指摘など、広く認識され始めた。水辺の植物群落は、河川に有機物を供給するだけでなく、それ以外にも多くの機能を持つ。夏のサケマス類の餌は、河川に落下する陸生昆虫の割合が高い。これらの餌昆虫を

供給するのも河畔林である。流倒木など（CWD）は、魚類などの生息場所を創出し、落葉落枝の堆積は底生動物の重要な生息場所となる。それ以外にも、河畔林は多くの機能を持っているが詳細は割愛する。周辺との連関性は、河畔林に限るわけではない。周辺の水体であるワンド等は、山地溪流であれ沖積河川であれ、河川生物の避難所、保育所（産卵、仔稚魚の生育場所）など、重要な役割を果たす。

上流から下流への連続性の重要性は、すでに述べたように下流側の生態システムが上流から供給される有機物や栄養塩に依存して成立している部分が多いことから見ても自明であろう。これについては繰り返さない。

河川内で有機物の滞留時間が長くなる機構には様々なものがある。そもそも多様な生物が河川内の各々に適した場で成長・発育することが重要である。例えば日本の河川に多く、世界でも最も高い生産性を記録しているヒゲナガカワトビケラの場合には、上流から流れてくる中程度の大きさの植物性有機物や動物（遺体や破片も含む）を、やや粗い目の捕獲網で捉える。流下物という継続供給される資源を利用して、水生昆虫としては大きな身体と非常に高い密度を維持し、有機物の吸収と貯留をする。このトビケラだけでなく、種々の底生動物が、様々な方法で、いろいろなサイズと質の有機物を利用し、それを自分自身の身体に変えることが、有機物の滞留時間の延長に大きな機能を果たしている。

河川周辺部に形成される様々な場には、緩流部や止水部が伴い、水と有機物の滞留時間を延ばす。とくに、本流から一定程度隔離されたワンドなどは、高水時にも有機物が急速に排出されることを防ぐ。表流水に比べて流れの緩やかな亜表流水（伏流水）も、有機物や栄養塩の貯留と供給の場として注目されている。もちろん、蛇行や瀬一淵構造も、この滞留時間の延長に寄与している。できるだけ単純に早く水を海へ流すという論理とは少々違った論理が、河川の生態系の保全の基本には必要と思われる。

