

造網型トビケラが河床の砂礫輸送に与える影響

○名古屋大学工学研究科 学生員 渡辺慎多郎

名古屋大学工学研究科 学生員 田代 喬

名古屋大学工学研究科 正会員 辻本 哲郎

1. はじめに

造網型トビケラの幼虫は、日本の河川の底生動物群集における優占的な生物群であり、表層を石礫が多く占める河床に生息する。また、体内から分泌した強い粘着力を持つ糸により、上流から流れ込んでくる餌を捕獲するための網を張り、砂や細礫を糸でつなげて巣を作る習性を持つ。そのため、それらが高密度に生息している河床では表層近くの砂礫が強くつなぎとめられており、このような営巣活動によって形成された河床状態は砂礫輸送に影響を与えているものと考えられるが、この影響について系統的に調べた研究事例は少ない。そこで、営巣活動に起因する粘着力を求め、それが河床材料の限界掃流力にどう影響するかを調べることで、砂礫輸送に与える影響について考察した。

2. 本研究の対象種

矢作川中流域には造網型トビケラが高密度に生息していることが知られ¹⁾、ヒゲナガカワトビケラとオオシマトビケラが卓越しており、両種を選んだ。ヒゲナガカワトビケラの幼虫は、瀬の石礫間に造網・営巣し、日本のトビケラの幼虫では最も大型の部類に入り、生息個体数も多い²⁾。オオシマトビケラの幼虫は、ヒゲナガカワトビケラの幼虫よりもサイズが小さいが、個体数では卓越することが多く、砂と礫の混在した瀬に生息し、砂粒を大量に集めた煙突状の巣を作る³⁾。写真-1(a), (b)に両種幼虫の写真を示した³⁾。今回の実験に使用した個体は、愛知県豊田市を流れる矢作川 42km 地点の瀬で採集した。

3. 実験の概要

本実験では、造網型トビケラの営巣活動によって河床の石礫が粘着されている状態を想定し、営巣の状況が大型河床材料に対する粘着強度に与える影響について調べた。

だが、実際の河床材料を用いて粘着強度を測定しようとすると、形状や大きさのばらつきなどの要素が粘着強度に影響してくると思われる。本実験では、実際の河床材料の代わりに敷石用のタイルを用いることで、これらによる影響の軽減を狙った。このタイルを2枚1組にして図-1のように水路に設置し、2枚のタイルの間に一定の隙間を設けることによって営巣場所を確保した(隙間の幅は各組によって異なる)。水路の水利条件は、水深が約9cm、平均流速が約6cm/sで、水温については、実験個体を採集した場所・日時の水温(約14°C)となるように調節し、水路の底部には粒径1~2mmの砂を1cm程度の厚さで敷き詰めた。そして、現地で採集した2種類のトビケラをこの水路に放し、4種類の期間を設定して営巣させた。営巣用水路の様子については写真-2に示した。

強度の測定にはばねばかりを用いた。また、河床石礫の移動機構を考慮し、引張強度とせん断強度を粘着強度の対象とした。営巣活動に起因する粘着強度に関わるパラメータは、1) トビケラの総重量(営巣規模)、2) 隙間の幅(営巣のしやすさ)、3) 営巣開始からの経過時間(巣の完成度)、4) トビケラの総重量中における種ごとの比率(種ごとの営巣特性)

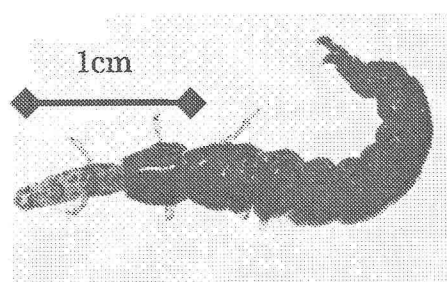


写真-1(a) ヒゲナガカワトビケラ幼虫

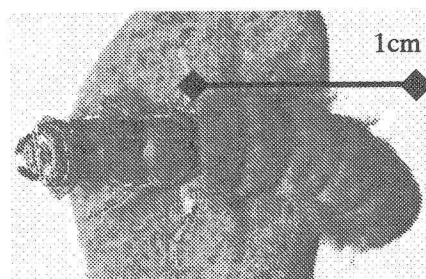


写真-1(b) オオシマトビケラ幼虫

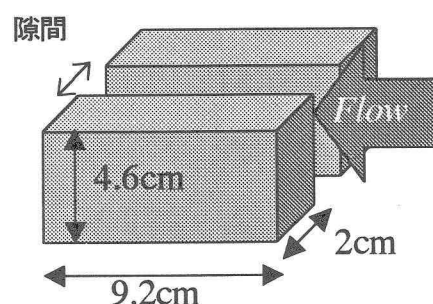


図-1 強度測定用タイルの寸法と配置

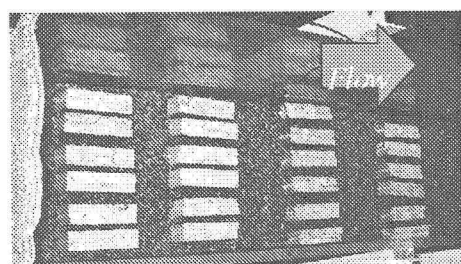


写真-2 営巣用水路

等が考えられたため、それらを考慮した測定を行った。

4. 実験の結果と考察

図-2は、タイルの隙間に営巣していたトビケラの現存量（単位面積あたりに換算）と単位面積あたりの強度を示したものである。これらの図から、造網型トビケラの現存量や営巣期間の増加に伴って、どちらの強度も増加することが示された。また、左右の図を比較した場合、現存量から見た引張強度とせん断強度には明瞭な差は見られなかったため、力のかかる向きにかかわらず、粘着強度として取り扱うものとした。

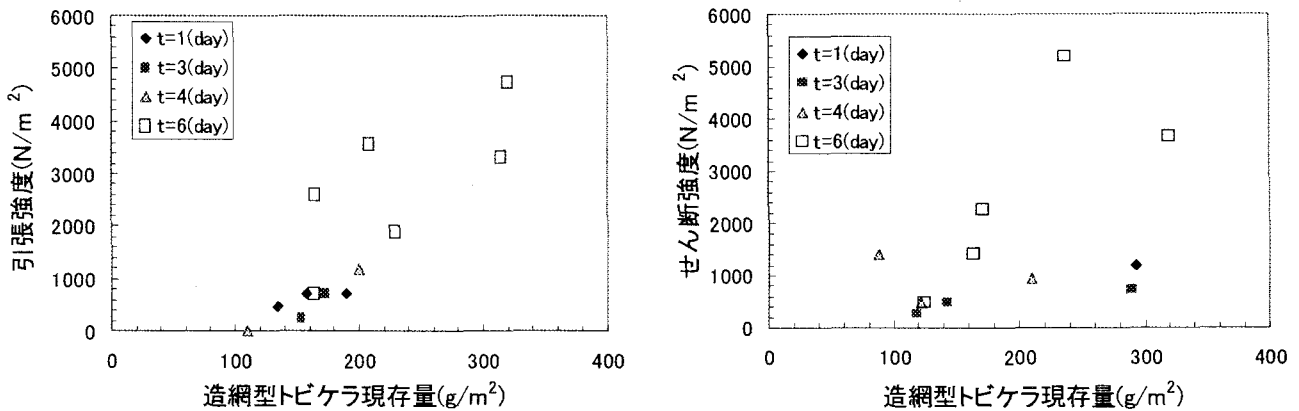


図-2 造網型トビケラ現存量と引張強度（左）及びせん断強度（右）との関係

5. 粘着力による石礫の無次元限界掃流力への影響

造網型トビケラ幼虫の営巣活動が河床の砂礫輸送に与える影響としては、河床材料の粘着による限界掃流力の増加が考えられる。芦田ら⁴⁾は、粘着性材料を含んだ砂礫移動について考察を行っており、その考え方に倣うと、トビケラの棲み込みを考慮した無次元限界掃流力は以下のように導かれる。

$$\tau_{*cc} = \tau_{*cn} \left\{ 1 + \frac{s_* A_2}{\mu_f A_3} \frac{f_c}{(\rho_s - \rho)gd} \right\} \quad (1)$$

ここに、 τ_{*cn} ：粘着を考慮しない場合の無次元移動限界掃流力、 s_* ：粘着面積率、 μ_f ：静止摩擦係数、 A_2/A_3 ：2/3次元形状係数（球の場合はそれぞれ $\pi/4$ 、 $\pi/6$ ）、 f_c ：造網型トビケラ

の棲み込みによる単位面積あたりの粘着強度、 ρ_s ：砂礫粒子の密度（ 2.65g/cm^3 ）、 ρ ：水の密度（ 1.0g/cm^3 ）、 g ：重力加速度、 d ：砂礫径である。図-3には、造網型トビケラの棲み込みによる粘着強度と無次元限界掃流力（ $d = 10\text{cm}$ ）の関係を示す。図より、トビケラの棲み込みによる粘着強度と粘着面積（棲み込み可能空間）の増加によって礫が掃流されにくくなる様子が覗え、造網型トビケラの棲み込みによる粘着強度の増加（図-2 参照）は、無次元限界掃流力の大幅な増加につながる事が推測された。

6. おわりに

本研究では、造網型トビケラの現存量とその棲み込みによって生じた粘着強度との関係を示したが、今後はさらに多くのケースで実験を行い、他のパラメータによる影響についても考察していく予定である。また、造網型トビケラは、石礫同士を粘着するだけでなく、砂や細礫を用いて巣室を形成することによって、礫間隙の砂面が遮蔽されることも予想されるため、この影響についても考察する必要があると考えられる。このような取り組みを続け、造網型トビケラが河床間隙に営巣している状態が、砂礫輸送に与える影響を記述していきたい。

参考文献

- 1) 内田：矢作川における付着藻類と底生動物の基礎調査報告，矢作川研究，No.1，1997，pp.59-80.
- 2) 谷田：河川ベントスとしての棲み込み関係，キースピーシスとしてのトビケラ，棲み場所の生態学（竹門ら著），共生の生態学 7，1995，pp.95-128.
- 3) 谷田監修，丸山・高井著：原色川虫図鑑，全国農村出版協会，2000，pp.57-135.
- 4) 芦田，江頭，加本：山地流域における侵食と流路変動に関する研究（1），京都大学防災研究所年報，25号 B-2，1981，pp.349-360.