

コヤマトビケラの餌場探索行動に関する研究

—コヤマトビケラは嗅覚で餌場を知る—

原田浩希・岸本昌之・藤原瑞穂・網本真奈（兵庫県立香寺高等学校 自然科学部）
久後地平・西井 隆・福村涼太（顧問）

はじめに

2010年8月から姫路市の須加院川で水生昆虫の生態を調べ始めた。2年目からは、市川町の振古川でも実験を行っている。どちらも兵庫県南西部を流れる市川の支流で、流程約6kmの小河川である(図1、図2、図3)。1月にアオミドロが発生し、調査地点の礫の上を覆ってしまった(図4)。私たちは、定量採集をして25cm四方の面積で礫とアオミドロを取り除いた跡に、1週間後、多くのコヤマトビケラ幼虫を発見した(図5)。なぜ、アオミドロのない場所に集まってきたのだろうか？。私たちは、コヤマトビケラ幼虫は、そこに発生した珪藻の匂いを感知して集合したとする仮説を立てて、それを立証するための実験を行った。



図1 調査地点



図2 須加院川調査地点



図3 振古川調査地点



図4 アオミドロ



図5 集合したコヤマトビケラ

コヤマトビケラとは

コヤマトビケラ (*Agapetuu japonicus*) は、本州、四国、九州に広く分布する小型のトビケラで、幼虫は砂粒でドーム型の巣をつくる。礫に付着した珪藻などを刈り取って摂食し、時に大発生してアユの餌となる珪藻を食害する。終齢幼虫の体長は約5mm(図6)。前蛹になると礫に固着して蛹化する(図7、図8)。成虫は5月初旬と7月から9月にかけて出現する(図9)。



図6 幼虫



図7 前蛹



図8 蛹(繭)



図9 成虫

仮説

コヤマトビケラ幼虫は、珪藻の匂いを感知して餌場を探索し集合した。珪藻の匂いは流れに乗って下流方向へ移動するため、コヤマトビケラ幼虫は下流側から餌場に集まるはずである。

実験Ⅰ

2011年2月11日、河床に5カ所の調査定点を設定し、その場所のアオミドロを25cm四方の面積で取り除き、コヤマトビケラ幼虫が集まってくる様子を観察した。流れの下手から集まっている様子が3回観察できた(表1)。

表1 コヤマトビケラ幼虫の集合個体数

観察日	25cm四方の面積でアオミドロを取り除いた場所のNo(A~E)				
	A	B	C	D	E
2月12日	2(下手)	0	15	0	0
2月17日	4	0	29	10	9
2月20日	1	11	34(下手)	11(下手)	8

実験Ⅱ

実験Ⅰの結果は、下手に偏って集合していないことの方が多かったため、確実にコヤマトビケラ幼虫が下流側から集まったとは言えないと考えて、新たな実験方法を考えた。2011年3月26日、コヤマトビケラ幼虫が通過できないメッシュの金網で作成したかご型フェンスを6基川床に設置した(図10)。3基は入口を下流側に向け、残り3基は上流側に向けて、どちら側からコヤマトビケラ幼虫が多く入るかを調べた。実験の結果、入口が下流側を向いたフェンスでは20匹、上流側を向いたフェンスでは52匹確認された(図11)。これは仮説に反する結果だった。

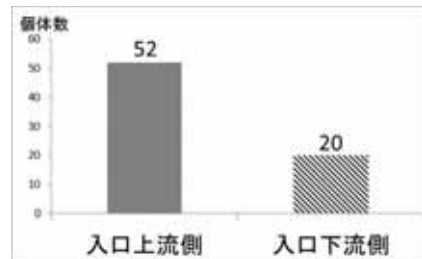


図10 設置したかご形フェンス (左: 3月31日、右: 4月5日の結果) 図11 記録した個体数

実験Ⅲ

実験Ⅱについて検討した結果、入口が上流側を向いたフェンスの入口近くに偶然多数の個体が生息していたために、仮説に反する結果になったのではないかと考えた。そこで新たに実験方法を考え、フェンスの入口と幼虫が生息する川床との間に間隔をあける方法として、かご型フェンス6基を板に固定して川床に設置した(図12)。フェンスには珪藻の付着した礫を入れ、どちら側からコヤマトビケラ幼虫が多く入るかを調べた。

2011年4月10日から16日にかけて14回の観察の結果、入口が下流側を向いたフェンスでは66匹、上流側を向いたフェンスでは8匹確認された(表2、図13)。



表2 各観察ごとに記録した個体数

観察日	観察時刻	かごのNo.					
		1	2	3	4	5	6
4月10日	14:00	0	1	2	0	0	0
	16:00	1	1	1	0	0	0
	17:00	2	1	3	0	0	1
4月11日	7:30	2	1	8	0	0	0
	17:30	1	1	3	0	0	0
4月12日	7:30	1	2	4	0	0	0
	17:45	2	1	3	1	0	0
4月13日	7:30	0	0	2	0	0	0
	17:45	0	2	3	1	0	0
4月14日	7:40	0	0	3	0	0	0
	17:50	0	1	2	1	0	0
4月15日	7:30	0	2	3	0	0	0
	17:30	0	0	4	3	0	1
4月16日	9:15	0	0	3	0	0	0
総記録数(回)		9	13	44	6	0	2

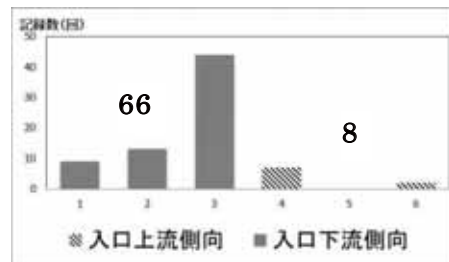


図12 板にフェンスを設置 図13 記録した個体数

実験Ⅳ

実験Ⅲの結果について検討した結果、匂いとは無関係に正の流れ走性によって上流側へ移動した可能性が考えられた。この疑問点を解消するために新たな方法を考えて、Y字型水路を利用する実験を考案した。水路の入り口に珪藻の付着した礫と付着していない礫を1つずつ置いて、水路の出口付近に入れたコヤマトビケラの幼虫がどちら側に移動するかを調べた(図14)。

2011年4月16日から6月25日にかけての6回の実験の結果、珪藻が付着した礫側には12匹が移動し、珪藻が付着していない礫側には2匹移動した(図15)。珪藻が付着した礫側に移動した個体数が6倍であったことから、私たちの仮説は立証されたと考えた。



図14 Y字型水路

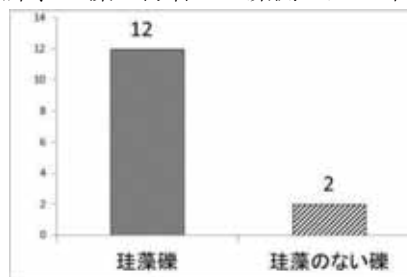


図15 Y字型水路実験の結果

残った疑問点

Y字型水路実験を行った4月から6月にかけては、川床の礫に珪藻が付着していた。そのため、Y字型水路に流れ込む水に珪藻の匂いが含まれていることが考えられた。この疑問点を解消するために、水道水を利用した実験を計画したのであるが、安定した流れを作れず、実現しなかった。

実験Ⅴ

水道水を流して実験を行うことはできなかつたため、止水環境で実験を行うことにした。両端を塞いだ長さ90cmの雨樋に汲み置き水道水を入れて、樋の中央にコヤマトビケラの幼虫を10匹入れ、そこから一定間隔を離して、一方に珪藻礫、他方に珪藻の付いていない礫を設置した後、幼虫の移動を記録した(図16、図17)。



図16 雨樋実験装置



図17 雨樋移動実験

雨樋を置いたテーブルにはストッパーがあり、これで脚の高さを微調節して、テーブル上の雨樋を水平に設置し、照度計を用いて人工照明下で雨樋両端の照度に違いがないように調整した(図18、図19)。2012年3月24日と3月30日に雨樋6本ずつ、合計12本分の雨樋実験を行った。



図18 ストッパー



図19 照度計

6月30日に行った、雨樋1本分の実験結果を図20に示す。図20における(－)の表示は珪藻のない礫方向への移動を示す。図20の結果を見ると、移動距離は珪藻礫側へ移動した個体が大いのであるが、珪藻礫側(＋側)へ移動した個体が2匹、珪藻が付着していない礫を設置した側(縦軸負の側)へ移動した個体も2匹であり、個体数においては違いが認められなかった。他の11本分の雨樋の実験結果についても図20と同様のグラフを作成した。雨樋12本分の結果をまとめると、図21に示したように珪藻礫側に移動した個体が54匹、珪藻が付着していない礫の方向に移動した個体が37匹であった。従って、止水環境における幼虫の移動実験では明確に珪藻礫側に動く結果は得られなかった。

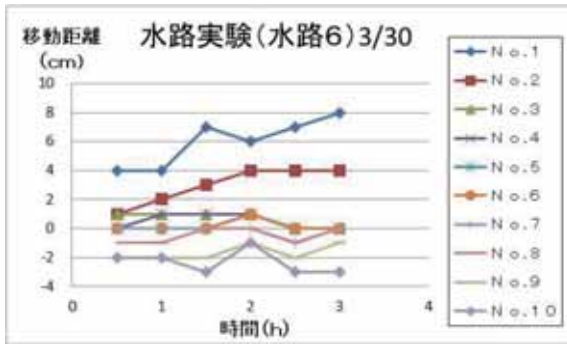


図20 雨樋1本分の移動実験結果

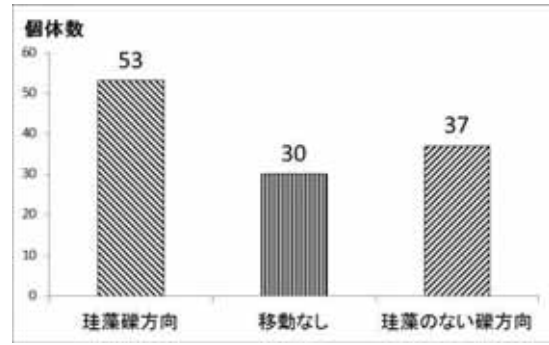


図21 雨樋12本分の移動実験結果

実験は3時間継続して行った。図21に示した結果は3時間後の幼虫の位置に基づくものである。次に、時間帯によっては移動方向に違いが認められる可能性を考えて、実験開始から30分ごとに時間を区切り、移動した個体数を算定してグラフ化した(図22)。実験開始から30分間に移動したコヤマトビケラ幼虫は、苔藻礫側に54匹、苔藻のない礫側に30匹だった。最初の30分間の時間帯のみ苔藻礫側に多くの個体が移動しており、他の時間帯では、両方向に移動した個体数に大きな違いはないことが分かった。この結果から、止水環境においては、実験開始から30分以上経過すると苔藻から発せられる化学物質はコヤマトビケラ幼虫の周囲を包み込むように拡散し、コヤマトビケラ幼虫は苔藻礫の存在する方向を感知できなくなるのだろうと考えている。

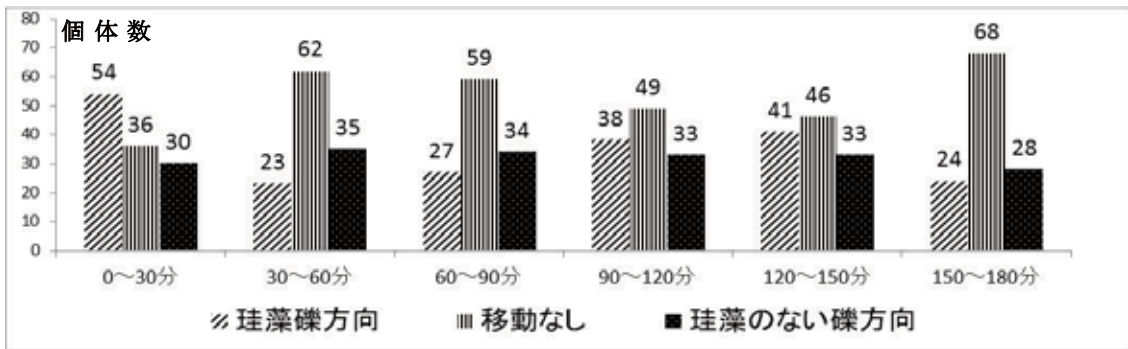


図22 実験開始から30分ごとの時間帯に移動した個体数

偶然の発見

2012年3月7日、甘地の調査地点から10匹のコヤマトビケラ幼虫と苔藻の付いた礫と苔藻の付いていない礫を1つずつ採取し、バケツに入れて、自動車を実験室に持ち帰った。そして、バケツの中を見てびっくり！なんと、コヤマトビケラ幼虫が全て苔藻礫にくっついていたので(図23、図24、図25)。この時、コヤマトビケラ幼虫は苔藻の匂いを感知することを確信した。



図23 持ち帰ったバケツ



図24 苔藻礫(上側の礫)



図25 全て苔藻礫に付着

新しく気付いたこと

雨樋実験の結果、止水では幼虫は珪藻礫の方向を感知できないことが分かったとき、もう一度なぜ自動車の中では幼虫が珪藻礫に移動したのかを考えた。そして、移動する自動車の中では水が揺れ動いたために、幼虫は珪藻礫から出る匂いの方向を感知できたのではないかと考えた。

実験 VI

コヤマトビケラ幼虫が匂いの方向を感知するために水が揺れ動くことが必要なのであれば、流水の環境で珪藻礫と珪藻のない礫を配置し、その間にコヤマトビケラ幼虫を放置すれば珪藻礫に移動すると考えて実験を行うことにした。図 26 に示すように珪藻の付着した礫と、付着していない礫を各 2 個ずつ準備した。図 27 に示すようにこの 4 個の礫をコンクリート 3 面張りの農業用水路に設置し、中央部に幼虫が多数付着している礫を置いた。



図 26 実験に用いた礫

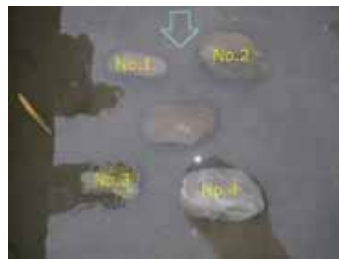


図 27 水路に設置した礫

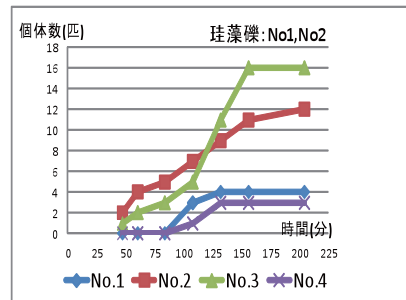


図 28 礫に付着した累積個体数

6月1日に礫を設置し、その後9日間に7回、移動している幼虫の個体数を確認した。その結果、図 28 に示すように、多くのコヤマトビケラ幼虫が珪藻付着礫に移動した。7月26日に、同じ場所で板の上に礫を設置して同じ実験を4カ所で実施した。その後、5日間に2回、移動個体を確認した結果、やはり幼虫は珪藻礫に多く移動した(図 29～図 32)。

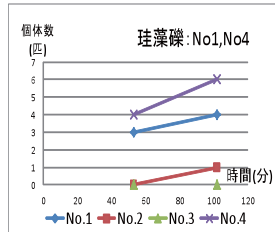


図 29 礫付着個体数(1)

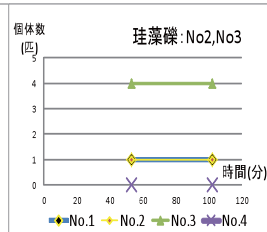


図 30 礫付着個体数(2)

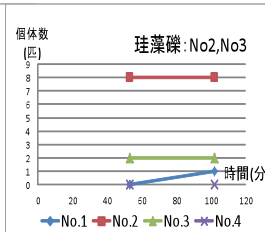


図 31 礫付着個体数(3)

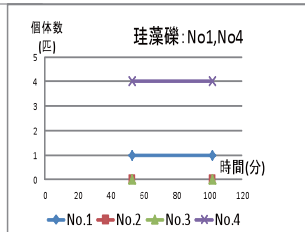


図 32 礫付着個体数(4)

図 28～図 32 の結果をまとめると、珪藻礫に 58 匹、珪藻のない礫に 10 匹が付着し、ほぼ 6 : 1 の割合でコヤマトビケラの幼虫は珪藻礫を選好した(図 33)。この結果から、コヤマトビケラ幼虫は流水の環境であれば珪藻の匂いの方向を感知して移動することが分かった。

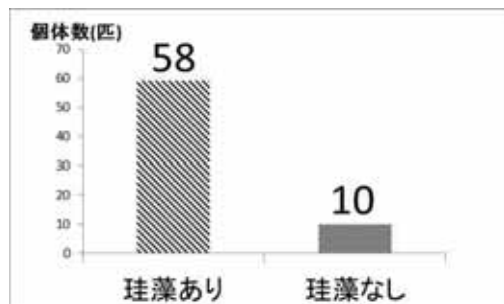


図 33 礫に移動した幼虫の総個体数

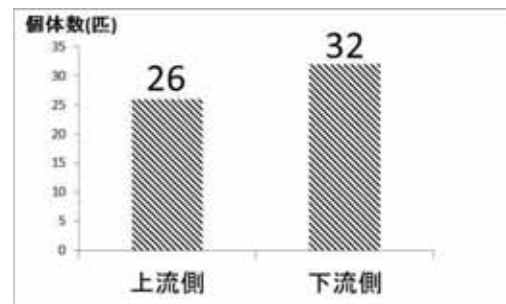


図 34 上下流側別の珪藻礫に移動した個体数

珪藻礫に移動したコヤマトビケラ幼虫の個体数を、上流側に置いた礫と下流側に置いた礫に分けて記録すると、26匹と32匹で下流側の礫が多かった(図34)。これは意外な結果だったが、原因は図35に示すように、流れが下流側の礫に当たって逆流し、珪藻の匂いを中央の幼虫がいる礫に届けたのではないかと考えている。



図35 予想される水流

実験 VII

2013年1月4日、振古川で採集したコヤマトビケラ幼虫と礫を図17の雨樋実験と同様に2本の雨樋にセットして、25分間雨樋を左右に揺らし続けて、幼虫の移動を観察した。25分間揺らし続けた結果、珪藻礫側に6匹、珪藻のない礫側に5匹が移動し、珪藻礫が選好される結果は得られなかった。そこで、コヤマトビケラ幼虫を空腹状態にすれば、珪藻の匂いに良く反応して、珪藻礫側に移動するのではないかと考えて、この日実験



図36 1月9日の実験の様子

に利用した幼虫をくみ置き水道水を入れたアルミ製のバケツに入れて、4日間放置し、1月9日に1月4日と同様の実験を行った。実験の結果は図37と図38に示すとおりである。二つの水路の結果を合わせると、珪藻礫側に12匹、珪藻のない礫側に2匹が移動し、6対1の割合で明確に幼虫が珪藻礫を選好する結果が得られた。この結果から、コヤマトビケラ幼虫は空腹時において珪藻の匂いに反応し、餌場探索行動を起こすことが分かった。図37と図38は、1月9日の実験において撮影した動画に基づいて、5分ごとに幼虫が移動した位置を記録したものである。

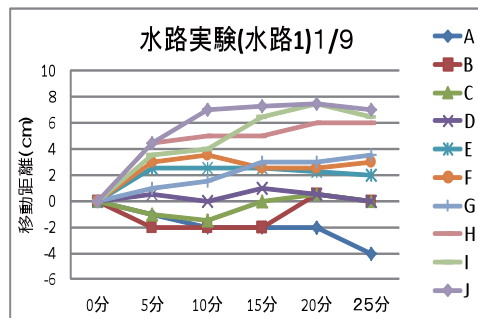


図37 1月9日の実験結果(水路1)

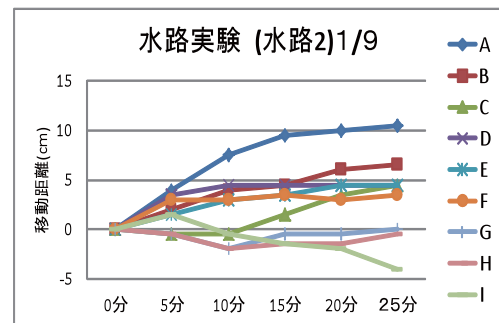


図38 1月9日の実験結果(水路2)

まとめ

- コヤマトビケラ幼虫は、餌となる珪藻の匂いを感知して餌場に移動する。
- 流水の環境でないと珪藻の匂いの来る方向を感知できない。
- 空腹時に珪藻の匂いを感知して餌場探索行動をおこなう。

参考文献

高林純示 (2007) 『虫と草木のネットワーク』 東方出版

謝辞

須加院川、振古川ともに、調査地点地区の区長様はじめ地域住民の方々に、調査地点の草刈りをして戴いたり、調査地点の河川清掃を実施しない等の御援助、御高配を賜りました。記して、厚く感謝申し上げます。