

# 水生昆虫の羽化場所としての河原構造の意義

## — 特にカワゲラ目について —

奈良文化女子短期大学 環境教養学科 磯 辺 ゆ う

### 概 要

水生昆虫の生活場所として、従来、河原が大きく着目されることは少なかった。しかし、水生昆虫は主に羽化を境に水中から陸上に生活場所を変えるため、河原は羽化場所として大きな意義を持つはずである。主にカワゲラ目の羽化の問題から、河原の構造のもつ意味を考察した。

羽化の状況は、分類群によって異なっている。不完全変態性の水生昆虫の中でもトンボ目とカワゲラ目は全ての種が陸上にあがってから羽化を行うために、羽化時の河原の役割が大きい。同時に羽化殻を陸上に残すので、羽化殻による調査が可能である。特にカワゲラ目幼虫は、流水の中で様々な環境条件に生息するために、河原との関係が複雑である。河原を構成する要素（河原要素）は、大きな岩、砂礫堆、草原、人工構築物などであるが、カワゲラ目はいずれの場所でも羽化できる。その場所利用の仕方は、流れの方向、河原要素の大きさや配置とその性質の他に、幼虫各種の生息場所、羽化前の移動、上陸してからの行動、羽化の季節と時刻などの相違に関係してくると予測される。

### 1. はじめに

現在昆虫類には、無翅昆虫類と有翅昆虫類がみられる。無翅昆虫類は水際か陸上で生活しているのに対し、翅を持つようになった有翅昆虫類には、非常に多種にわたって水中で生活するものがある（図1）。このような昆虫類をまとめて水生昆虫aquatic insectsと呼んでいるが、いずれも一生の全てを水中で過ごすわけではない。翅は空を飛ぶためのものなので、水生昆虫は、翅がある成虫時代を陸上で過ごし、水中生活を行うのは幼虫時代を中心としている（図2）。水生昆虫はこのように一生を通じると、水陸で生活する両生の生き物である。ところが、水生昆虫の生活場所の研究としては、特に流水生のグループの場合、河川水との関係から研究が進められてきたことに加えて、成虫時代が目立たないこともあって、従来から水中に関心が置かれてきた。川底の構造は、水生昆虫の生活場所として大きな研究対象であった。しかし水生昆虫類にとって、水中だけではなく陸上もまた重要な生活域である。

特に、彼らにとって、生活場所を水陸間で変える時が生きる上で非常に危険の大きい時であるに違いない。それは大まかに括ると羽化と産卵時の問題で、共に水界と陸界の境目で起こる現象である。この境界を無事にくぐり抜けるために、多種にわたる昆虫類はそれぞれに工夫をこらし、多様な羽化と産卵の様式を編み出している。水面と河原は、まさしくその舞台となる場所である。産卵も非常に興味深い現象であるが、本稿では、河原の構造の持つ意義について、羽化に着目して考えてみたい。特にカワゲ

ラ目Plecoptera（目-もく：分類群の単位）を通して問題点をあげてみようと思う。

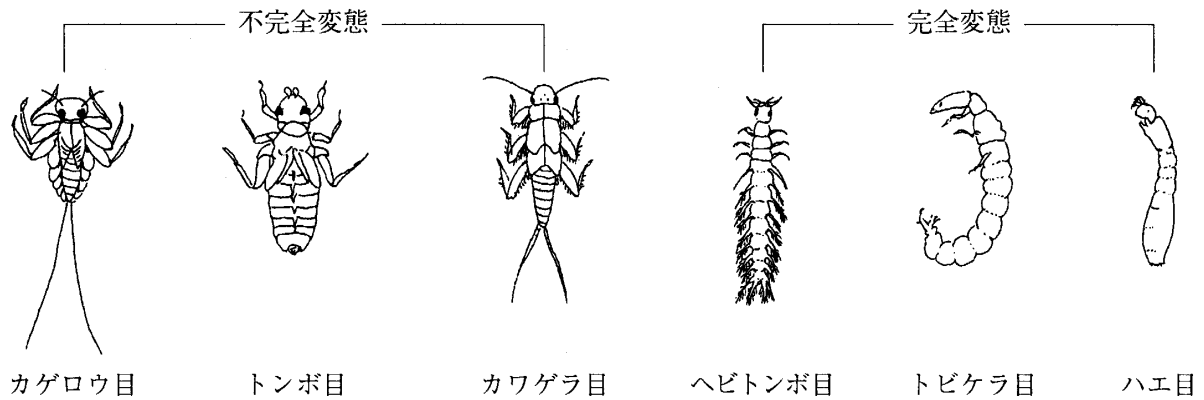


図1、代表的な水生昆虫目の幼虫（磯辺 2002 b を一部変更）

不完全変態：幼虫から成虫になり、蛹の時期を持たない。

完全変態：幼虫から蛹の時期を経て成虫になる。

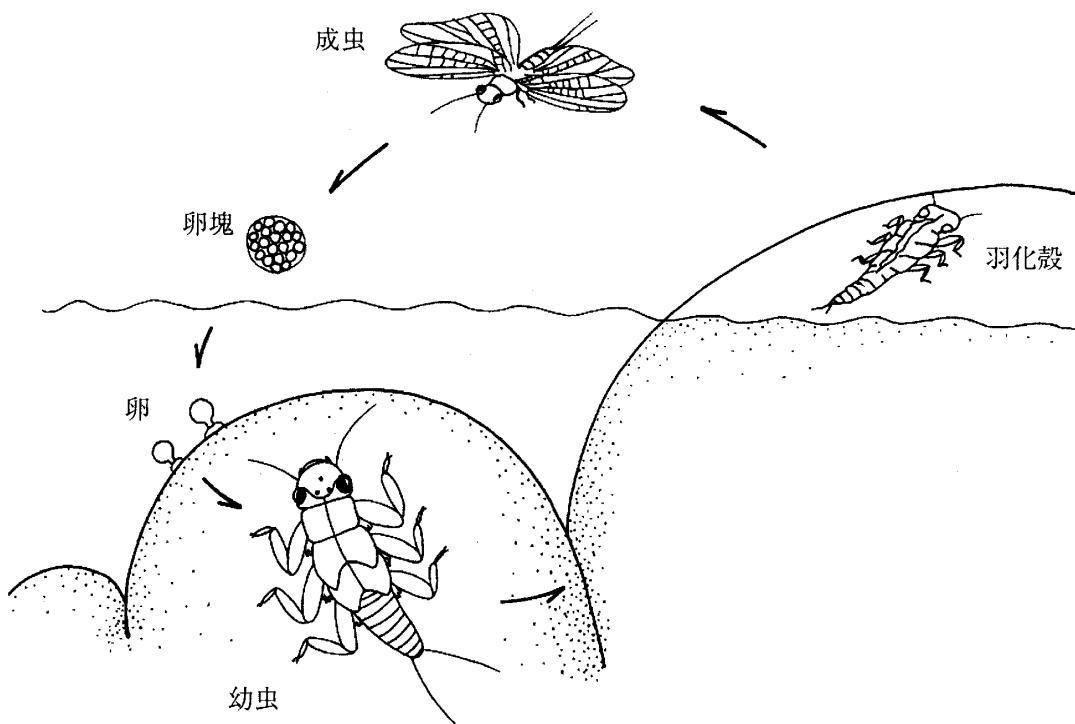


図2、カワゲラ目生活環模式図（磯辺 2002 a）

ここでは、産卵様式として、空中から卵塊で落とす場合を図示しているが、他に水面を成虫が滑走して卵塊を放す場合、1個ずつ水際の落ち葉や水中の岩の割れ目に生み付ける場合などがある（花田他 1992）。卵塊で産み落とされた卵は水中でばらばらになる。カワゲラ目以外では、陸上の木や岩に産卵する場合、水中にもぐって岩に生み付ける場合、水際で産卵する場合等様々である。羽化様式も水面、水中、陸上等目によって様々である。

## 2. 各目の羽化様式と河原利用の程度

河原をどのように使うかは、水生昆虫の中でも分類群、特に目によって異なっている。中でも、カゲロウ目Ephemeroptera、トンボ目Odonata、カワゲラ目は不完全変態性で、有翅昆虫の中でも最も原始的とされるグループである。いずれも中に含まれる全ての種（しゅ：最小の分類群）が水生で、幼虫から羽化する。そのため幼虫の水中での生活場所が羽化の場所と大きな関係を持っているに違いない。同時に、羽化前になると幼虫は様々な程度に陸に向かって移動するはずである。

上記3目の中で、カゲロウ目は、羽化によって亜成虫（成虫の前段階）になるが、その場所は水面、水中、陸上と様々である。岸に這い上がる場合（陸上羽化）も、多くが半分水に浸かっているか水際ぎりぎりであって、全体として、羽化時に水から離れる距離が少ない。また羽化に要する時間も、殻が割れ始めてから抜け出すまでに、数秒から数分、その後飛び立つのに数秒から2分余りといったように、全体に短い（岡崎 1997, 竹門 1986）。フタスジモンカゲロウ *Ephemera japonica* が、水際から10cm余り這い上がって、脱皮に数分、飛び立つまでに2分少々かかるのが、水から離れ、羽化に長い時間を要する少ない例である（竹門 1986）。カゲロウ目は、成虫期間が短く、陸上生活の時間を最小限に短くしていることが特徴的であるが、羽化にも時間がかからず、ほぼ水陸の境目そのもので短時間の羽化を行っている。つまりカゲロウ目は羽化のために河原を広く使うとはいえず、幼虫時代の生息場所からの移動もそれほど大きくないと考えられる

一方、トンボ目とカワゲラ目は全ての種が陸上で羽化し、水際だけではなく遠くまで歩く場合もよくみられ、上陸から羽化開始（殻の割れ始め）までの時間および羽化開始から終了までの羽化所要時間がかなり長い。

トンボ目では、羽化開始から終了（脱皮後、翅と腹部が伸びて飛翔可能になる）までに要する時間が、一般的に言えば40分～4時間である（枝 1959, 1963）。羽化の場所は水辺の草木、岩などであり、通常水際ぎりぎりから50cm程度の高さ（最高で2-2.5m）で羽化するが、水際から羽化地点までの距離は状況により変化する（Corbet 1999）。特にムカシトンボ *Epiophlebia superstes* は、羽化に要する時間が4時間近い（枝 1963）だけではなく、上陸してから羽化開始するまでの時間も長い。枝（1964）は少なくとも20日は陸上で生活するものとみている。

カワゲラ目の場合、ほぼ羽化開始から正常な形に翅を閉じるまでに要する時間が10～20分である（花田他 1992）。これはトンボ目より短いカゲロウ目よりは長い。さらに、幼虫はどこかに上陸してから羽化が始まるまでの間しばらく時間を要する。例えばヒメノギカワゲラ *Microperla brevicauda* の場合、羽化場所は水際ぎりぎりであるものの上陸後羽化開始まで長く30分静止している（花田他 1992）。種によって、もっと遠くに移動して羽化する場合もあり（水際から10m以上離れることもある）、その場合は定位するまでにかかなり長い時間を要しているに違いない。

トンボ目、カワゲラ目の場合、羽化場所に関しては、幼虫が生息している場所から上陸場所までの水中での移動、上陸場所の選択、上陸後の羽化場所の選択が、重要な問題になってくる。幼虫の生活場所は、トンボ目では多くの場合が止水域であり、流水性の場合も比較的流れのゆるい岸近くの場所を好んでいる。羽化の場所はそのような幼虫生息域の近くの植物や石の上である。一方カワゲラ目幼虫の生息

域は、止水から河川の流心まで幅広く、特に流水に生息する種が多く存在する。羽化できる上陸地点が幼虫生息地のすぐそばに無い場合も考えられ、羽化前の水中での移動がトンボ目よりも大きく行われると考えられる。上陸してからは、羽化殻が見られる場所と水際との距離に、この2つの目で大きな相違があるように見えないが、上陸してから羽化開始するまでの時間は、カワゲラ目の方が短いかもしれない。しかしこの点に関しては、ムカシトンボという特に長い例がトンボ目に見られるものの、はっきりとした観察例が非常に少ない。

一方、蛹を経て羽化する完全変態性の昆虫では、蛹になる時と羽化する時のどちらかで水から出ることになる。ヘビトンボ目Megalopteraでは、幼虫が上陸してから地中に穴を掘って蛹になるので、河原は非常に大切な場所となる。一方、トビケラ目Trichopteraでは、多くの場合水中で蛹になって羽化時に水から外に出てくる。羽化直前の蛹は泳ぐことができ、種によって水面、水中、陸上で羽化を行う。羽化に要する時間についての情報は少ないが、恐らく短いものが多いのではないだろうか。例えば流水性のものにもヒゲナガカワトビケラ属 *Stenopsyche* のように、水面羽化を行う種が多い。これらの蛹は泳ぎつつ流されながら水面に浮かぶと一瞬にして蛹の殻を破って空中に飛び出すことができる。目全体としておおまかに見れば、羽化のために河原を広く利用するタイプではないだろう。ハエ目Dipteraでは、幼虫の生活域の幅が広く、流水から止水、小さな水たまり、湿地から植物・動物の身体、ゴミ箱にいたるまで、いくらかの水があればどこでもの状態である。流水に生息するハエ目の中で最も多種、多数にのぼるユスリカ科Chironomidaeをみると、蛹は水中におり、水面羽化を瞬時に行う。ハエ目の場合、河原の意義については、羽化問題としてよりも、幼虫生息域として見る方がより重要になるだろう。

以上見てきたように、河川に生息する水生昆虫について、羽化と河原構造の関係を考える時、トンボ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目はかなり面白い問題を抱えているといえよう。この中で、ヘビトンボ目は小さい目で種が少なく、トンボ目は止水の種が多く流水にすむ場合も岸近くにいるものが多いという特徴がある。それに対してカワゲラ目は比較的大きなグループであり、幼虫の流水での生息場所が多様であることから、河原との関係には特に興味深いものがある。

### 3. カワゲラ目の羽化と河原

奈良県吉野川支流高見川水系（東吉野村）での知見をもとに、ミドリカワゲラ科Chloroperlidae セスジミドリカワゲラ属 *Sweltsa*（科一か、属一ぞく：共に分類群の単位）の羽化観察を加え、カワゲラ目の羽化場所をめぐる諸問題について、以下にまとめた。

#### (1) セスジミドリカワゲラ属の羽化

セスジミドリカワゲラ属は4月末から5月にかけて昼間羽化する。羽化の場所は、少し粗めの砂地の水際付近が主なものであり、上陸してから大きな水平移動を行わない。よく日が当たる砂利の岸の場合、水際から通常水平方向に10cm以内の場所で羽化する。幼虫時代の移動についてはまだはっきりしていないが、私の経験では冬の間それほど多く採集できず、春になってから流れのある粗めの砂地の岸近くで多数観察できる。さらに、上陸する前、おそらく1週間から数日の間に岸ぎりぎりに接近し、羽化直

前ではほとんど水際にいる。幼虫は一旦水から出ると、再び水に戻ることはない。しばらく歩き回って後に定位し背中が割れ始める。殻が割れ初めてから完全に脱出するまで5-7分、その後羽が伸びてきちんと畳まれるまで7-17分、そして30分以内に飛び去っていく (Hayashi et al, 1997)。この種は羽化後必ず河畔の樹木に向かって高く飛んでいく。これらは雨が降っていてもほとんど変わらず、晴天に比べてやや時間が長めになるだけである。

この種では、羽化に利用する河原は幼虫が生息している粗い砂地の水際近くである。ただし、上陸する場所に垂直な面があると、かなり上っていくことができる。特に湿っている場合かなり上まで上ることや、砂地でも雨天の場合水際からの距離が長くなる傾向があることから、この種の羽化場所としてはいくらかの湿度が重要であるらしい。それは昼間乾燥しやすい時に羽化することと関係があるだろう。

## (2) 羽化殻からみた羽化場所

カワゲラ目は全ての種が陸上で、おおむね上記のセスジミドリカワゲラ属に近いやり方で羽化し、羽化殻を陸上に残してくれる。これはかなりしっかりと残って、よほど強い雨や風でない限り2-3週間は確実に残っている。水際のはものは増水した時無くなるが、場所によっては翌年まで残っている場合もある。よく残る理由のひとつとして、羽化する場所に歩行性のクモが多数生息していて、クモの糸が張り巡らされていることがあると私は考えている。羽化の痕跡をとどめる羽化殻は、多くの情報をもたらしてくれる。幼虫では発見しにくい種の殻も多数発見できることもうれしいことである。このような羽化殻の位置を観察すると、河原での羽化の位置にいくらかの傾向があると同時に種ごとに異なっていることがわかってくる。



図3、河原の形状

奈良県吉野郡東吉野村高見川水系の各地。

A：奥狭戸、B：狭戸 野村前橋、C：鷺家口 小川小学校前。

a：早瀬、b：ツルヨシ、c：砂礫堆。AからCへ下流に向かう。鷺家口(C)での川幅は30m。

河原には、砂利の堆積した部分（砂礫堆）、大きな岩、ツルヨシや河畔性の樹木が茂っている場所、橋桁やコンクリート護岸などの人工物等がある（図3）。カワゲラ目の羽化殻は基本的にどこにでもみつかるとは、大まかに見た時、羽化殻が多数見られる場所があることに気づくだろう。それは、垂直に近い面（オーバーハング面は相当によい）で、しかも流れとの関係の良い位置にある場合、集中的に羽化殻を集めているように見える。このような条件を備えた調査しやすい場所は橋桁（橋桁は大きな垂直面である）や護岸、大きな岩壁などで、定期的に羽化殻の調査を行うと、カワゲラ類の動態をかなり正確に調査できそうである。また、上流から下流への分布調査にも有効である。

しかし、考えておかねばならないのは、ある場所で橋桁を選んだ時、その周辺との関係である。その橋桁の川の中での位置、その上流、下流も含めた河川の形態、流れの方向等により、その橋桁の有効性が場所によって異なってくるのである。その配置によって多くの個体を集める橋桁と集めない橋桁、橋桁に来やすい種、来にくい種がある可能性に注意が必要である。また、橋桁は単純な構造のために調査しやすいが、石がごろついている河原では、ホソカワゲラ科Leuctridaeやクロカワゲラ科Capniidae他のように小さく、水際で羽化する種の殻を見つけるのが困難になることにも留意しておく必要がある。

### （3）河原全体の中で

多くの種がどこで羽化するか、どこで羽化しやすいかを知るためには、発見しやすい場所だけではなく、ある範囲の河原全体の中で、羽化殻がどこにどれだけ存在するかを知る必要がある。ある範囲を決めて全部の調査を定期的に行うと、その場所でのカワゲラ相について、幼虫や成虫から得られる以上に正確な情報を得ることができる。またその中に橋桁がある時、その有効性を知ることにもなる。河原の構造と羽化の関係を考えるに当たって、以下では、河原で比較的発見しやすいカワゲラ科Perlidae、アミメカワゲラ科Perlodidae、ミドリカワゲラ科を対象とした話としたい。これらの幼虫は瀬に生息しているものが多い。

目立つ場所だけではなく河原全体で行った調査の結果、意外なことがわかってきた。

まずある地点での河原の性格は、そこに存在する砂礫堆、橋桁、岩、草地等の性格の異なる部分（河原要素としてみよう）が占める面積比率によって表すことができるだろう。それは川の幅、傾斜、水量等による河川形態と関わってくる。さらにそのような河原の性格の相違は、カワゲラ幼虫の上陸位置の観点からすると、各河原要素の面積の相違というよりは水際ラインの長さの問題となるだろう。同時に上陸に先立って上流からの幼虫の移動があるという観点からすると、調査範囲としては上流側にも注意を向ける必要がある。

河原要素として、上流域では、砂礫堆は全体として小さく、大岩の占める割合が多い。そのため主要な羽化場所はどうしても大岩に焦点があてられることになる。一方、下流に行く程河原内で占める砂礫堆の面積割合が増してくる。

ここでは東吉野村鷺家口の比較的広い河原（図3C）を例に考えてみよう。ここには水際ラインの長い大きな砂礫堆（平面的）（図3C、c）と、大きな岩（立体的）が散在する早瀬（図3C、a）が共に存在している。こうした状況で、早瀬にある目立つ岩の垂直の面に確かに多くの羽化殻があった。一方、人頭大からこぶしくらいの石がごろごろしている砂礫堆はどうだろうか。ここには一見少なそうに見え

たが、表面の石をすべてひっくり返すという作業を行うと、実際には砂礫堆の石の下に多くの羽化殻を見つけることができた。このような砂礫堆でも多くの種が羽化するのである。つまり各河原要素の羽化場所としての重要性は、岩であるか石であるかということよりも、その要素が川の中でどのくらいの大きさでどのように配置されているかということのほうが重要になってくるのではないだろうか。その上で垂直面が意味を持ってくる。つまり河原に存在するある構造物が羽化にどのくらい貢献するかということには、構造物そのものの性質の他に他の要素との関係が問題になるのである。

なお砂礫堆の中では、羽化殻が岸際に多い種と水際から離れて遠くまで歩く種があることにも気づく。カワゲラ科オオヤマカワゲラ属 *Oyamia* はよく長距離を歩くが、同科カミムラカワゲラ属 *Kmimuria*、アミメカワゲラ科ヒメカワゲラ属 *Stavsolus* もまた比較的歩くことができる仲間である。また橋桁という単純な構造の場所では、水際からの移動距離を比べやすい。

#### (4) 幼虫の生息場所と羽化場所

河原のどの要素が羽化に重要か考える時に、各種の幼虫の水中での分布状態も重要である。幼虫は、上陸するために、本来の生息地から多かれ少なかれ水中で移動を行うはずである。幼虫の岸への接近の方法についての研究はまだ無いが、様々な調査を行ってきた時の私の印象からすると、幼虫の岸への接近の仕方は種によって様々であるようだ。

オオヤマカワゲラ属の場合、卵から成虫を経て産卵に至る生活環は2-3年を要する(磯辺 1989)。羽化期はほぼ5-6月である。羽化する個体は羽化前年の初冬以降岸近くに接岸して冬を過ごしていることが多く、羽化殻の位置から判断して、通常そのまま上陸するものと考えられる。カミムラカワゲラ属も似たような場所で羽化しているが、もっと羽化が近づいてから、流心から岸に寄ってくる。また種によっては羽化する其の時に流れに乗って、適当な場所に流れ着く場合もあるようである。そこで、河原のどのあたりによく上陸するかという問題は、幼虫の分布と接近の仕方、それに流れの方向が関わってくるわけである。

一方、調査地点の河原要素の中で、大きな砂礫堆は毎年位置と形を変えており、その水際ラインに面する流れの中でどのように幼虫が分布しているかは、その年によって異なっている。また配置を余程大きな台風でない限り変えない岩も、その周辺の砂礫堆の形状と配置が変化することで、幼虫の分布状態や上陸経路が異なってくるので、毎年状況が変化することに注意が必要である。

#### (5) 垂直な羽化場所

実際に流れが寄ってきている場所に羽化殻が多い傾向が見られ、そこには多くの種が見られる。それは大きな岩や橋桁などで顕著である。そこには本来流れる種の他に、あまり流れないと考えられる種も混じっている。よく歩く上記カワゲラ科の羽化殻もそのような場所によく見られ、流心から岸に寄る際にいくらか流れながら適切な場所に寄るか、あるいは手近な場所に上陸し損なったものが流れて、下流の流れが寄っている背の高い場所に到達するということも考えられる。

流れが寄ってきている垂直面の高さ0.8m以上(この河原では、低い岩は0.3m以下の垂直面を持っていて、この中間が無い)の大きな岩で、各面を考えると、垂直な面に多いのは確かである。そのような

面は多くの場合下流側にあり、流れの直撃を受けない場所となっている。同時に影になって、乾燥しにくい目立ちにくい場所でもある。こうした横に流れが寄ってきている岩の垂直の大きな面には、水に直接面している場合と、砂礫堆に面している場合とがある。どちらもよく羽化する。砂礫堆に面している場合、幼虫はその上を歩いて垂直面に登るのである。大きなそそり立っている物体に向かっているのか、そのような物体に出会うと登るのか、判然としない。

大きな岩で垂直面の高さが低いとその岩は平たく寝そべった岩になる。そのような場合平たい上面で羽化する種は稀である。それよりも砂礫堆の石の裏の方がよく羽化に使われている。つまり平たい岩の上面は湿度が低く、隠れる場所がないことと関係があるに違いないが、直接には、解放された水平的な場所を、特に大型種の場合あまり好まないのかもしれない。ただ、クラカケカワゲラ属 *Paragnetina* は割合、平たい面でもよく羽化している。

河原には草原も存在する。多くの場合ツルヨシ（図3Aの草むら）が茂っており、垂直の線が沢山存在する。このようなツルヨシの茎にも羽化殻を見つけることができる。しかしツルヨシの茎に登る幼虫は東吉野村では近頃思いのほかに少ないのである。この点については、もっと他の場所でも確認する必要があるだろう。20年ばかり前には、もっとツルヨシの茎についての羽化殻を見たような気がしているが実際どうだったのだろう。成虫についても、その頃よく観察し採集したのはツルヨシの草むらであった。しかし、最近石の上下に多数の羽化殻があっても、ツルヨシの草むらで前のように多くの成虫を見なくなったのは気のせいだろうか。

一方、河原に広がる砂礫堆にも垂直面がある。大きな岩は確かに大きな垂直面を持つが、幼虫の目を見たとき、砂礫堆にもでこぼこがあり、小さいながらも垂直の面があるのである。垂直の面と捉えるかどうかは、種の大きさに関係する。

#### (6) 羽化場所と季節、時刻、他の生物

羽化場所の問題は、季節と時刻とも関係する。昼間羽化する種と夜間羽化する種では、湿度の問題から、羽化できる場所の選択性に違いが出てくるに違いない。さらに羽化する時間帯は、季節とも関わっていて、夏に羽化する種で昼間羽化するものはいない。おそらく河原の石の表面が熱くなることと関係しているに違いない。逆に春羽化する種には、昼間のものも夜間のものも存在する。この場合の昼間羽化する種は乾燥しにくい水際を選び、夜間羽化する種は遠くまで歩く可能性がある。

さらに水際からの移動距離については、乾燥の問題以外に、他の動物による捕食についても考える必要がある。夜間羽化する場合、地上を歩いている間の鳥類による捕食は少ないだろうが、クモなどに襲われる可能性がある。

## 4. おわりに

水生昆虫の生活史を見ると、羽化時は、水中の世界から踏み出して空を飛ぶ生活に入る劇的な時である。カワゲラ目やトンボ目では、幼虫は水から頭を出し、河原を歩き、定位した後背中が割れて、成虫になって飛び立っていく。



有翅昆虫類で最も歴史が古いとされているのは、水生昆虫であるカゲロウ目とトンボ目である。次いでカワゲラ目もかなり古い歴史を持っている。羽化のために、幼虫が上陸する習性および上陸から羽化までに要する陸上での時間の長さは、おおまかな進化の方向を示しているに違いない。最も長いトンボ目、比較的長いカワゲラ目に対して、非常に短く水と空気の境界線上で羽化する現生のカゲロウ目やトビケラ目などは、この点に関して特殊化しているといえるだろう。ともあれ、水中生活と陸上生活の境界にある河原は、水生昆虫類にとって重要な場所である。

河原は、複雑な構造をしているが、その性質によりいくつかの要素（大きな岩、砂礫堆、植物域、人工物など）に分けられる。その河原要素の羽化場所としての有効性は、河原要素の構成割合とその配置、そこへの流れのあたり方、さらに利用する種の大きさ、羽化に関する習性、幼虫時代のすみ場所、羽化の時期と時刻などによって異なってくる。この河原要素の配置状況は全体として、上流から下流へ、また年ごとに变化するものである。また河原要素としてここではおおまかに分けたが、種の大きさによって、もっと細かい部分での相違が重要になる可能性もある。河原は、幼虫と成虫の生活の要素がからみあって、興味深い問題を提起しており、これからの大きな研究題材に違いない。

羽化場所の研究において、トンボ目やカワゲラ目が残していく羽化殻は見つけやすい面白い素材であるが、その調査には困難も多い。広い河原を這い回って石をすべてひっくり返す作業では、おそらく石を覆う珪藻の殻によってと思われるが、指紋が消えてしまう。夏になると石の河原は灼熱の世界であり、7月末を限度としてそれ以上調査できない。これに比べて橋桁はやりやすいが、低い位置に殻が多い時腰が痛くなると同時に、高い位置にある殻を採集できない難点がある。そして苦勞して描いた河原の地図は梅雨の大雨や台風とともに変更を余儀なくされ、さらには橋が付け替えられて、具合の良かった橋桁がなくなってしまうのである。それでも時期によっては、砂礫堆で石をひっくり返していると、ヘビトンボ *Protohermes grandis* の蛹やその抜け殻を割合多数見つけることができ、楽しい発見となる。困難があるものの河原での羽化殻探しは、楽しい有意義な作業である。

本稿では河原のもつ意義を考えるに当たっての種々の問題点を挙げた。これらについて、多くの人たちが関心を持ち、研究が大きく発展することを願っている。

## 謝 辞

カワゲラ類の羽化に関する調査を支援して下さった奈良女子大学大石正教授、同大石理子氏、河原に関してまとめる機会を与えて下さった京都大学防災研究所小林草平博士、奈良文化女子短期大学藤原昇教授に深い感謝の意を表します。

## 引用文献

Corbet, P. S. 1999. Dragonflies, behavior and ecology of Odonata. Comstock Publishing Associates, 829pp.

枝 重夫 1959. ムカシヤンマの羽化経過. TOMBO, II (3/4), 18-24.

枝 重夫 1963. ムカシトンボの羽化観察. TOMBO, VI (1<sup>・</sup>2), 2-7.

枝 重夫 1964. 羽化直前のムカシトンボ幼虫の行動. TOMBO, VII (1<sup>・</sup>2), 13-16.

花田聡子・磯辺ゆう・和田恵次 1992. チビノギカワゲラとカミムラカワゲラの成虫の行動. 陸水生物学報, 7, 1-9.

Hayashi, Y., Y. Isobe and T. Oishi 1997. Diel periodicity of emergence of *Sweltsa* sp. (Plecoptera: Chloroperlidae). P. Landolt and M. Sartori eds. Ephemeroptera & Plecoptera, Biology-Ecology-Systematics, 52-59.

磯辺ゆう 1989. 大型カワゲラ類四種の幼虫の生態的分化. 柴谷篤弘・谷田一三編「日本の水生昆虫 種分化とすみわけをめぐって」, 東海大学出版会. 68-84.

磯辺ゆう 2002a. 水生昆虫の世界—水のなかにすむ虫— (4) カワゲラ類. 茨木: 水緑通信 第15 7-11.

磯辺ゆう 2002b. 水生昆虫の世界—水のなかにすむ虫— (5) ヘビトンボと完全変態. 茨木: 水緑通信 第16 3-6.

岡崎博文 1997. カゲロウのすべて. 御勢久右衛門監修, トンボ出版. 55pp.

竹門康弘 1986. カゲロウ類の羽化行動. 昆虫と自然, 21(7), 16-19.