

# 溪流棲昆虫の生態

カゲロウ、トビケラ、カワゲラ、その他の幼虫について

## 1 溪 流

### (1)

われわれが常識的に、この世界を、その形状によって区分しようとする時、まず浮んでくるのは、陸・水・空の三分である。空は、上空低空という以外にはさらに細かく区分できそうにもないが、陸はさらに、山・平野・森林・草原・砂丘・砂漠等に、水は川・湖・沼・池と海に分けられる。われわれはこれらをさらに区分する。たとえば、山を低山・高山等に、森林を櫟林・杉林とかに、海を浜・沖等に、川を谷川・溪流・小川・大川等に区別する。そしてさらにこれらのおのおのを細かく区分できるようにも思われるのである。

このように細かく区分できるところの世界を動物の生活空間という立場からながめてみると、そのすみずみにまで動物の生活はおよんでいるように思われる。しかし空をとぶ鳥や虫も、日がな一日中、空中にあるものではなく、彼らの憩い場、子供の哺育場、時には食事場さえ——彼らの生活の根拠地は地上にある。空は独立した一つの生活空間を形づくっているものではなく、陸とともに一つの生活空間をつくるものと考えられる。また一方、海水にしても真水にしても、その中に生活している動物は「水の中にとけこんだ酸素」を吸っている点から一群をつくる。これに対して、空中・陸上の動物は、空気を吸って生きているものであるから、これらも一群を形づくって、水を吸う動物群、空気を吸う動物群に二大別することもできる。

われわれは、陸の生物・海の生物といい、山の生物・森の動物・草原の動物ともいう。また、北国の生物・南国の生物ともいう。この場合、たとえば陸の

生物と海の生物とは、その種類もことなり、その形もちがい、その生活のしかたもちがっていることを言外にふくませている。すなわち、一般的に言えば、「ことなった環境にはおのずからことなった生物群があり、ことなった生活のあり方があるはず」と思っているのである。

世界を次第に区分してゆく場合、われわれがそこに見いだすものは、より特殊な、より限定された世界である。そうとすれば、かく区分せられた各区域を生活の場としている動物は、たがいに異った動物であり、異った生活を営んでいるはずであり、同じ世界にすむ動物群は、いつでも、どこでも同じであり、同じ生活を営んでいるはずである。そうとすれば、われわれがその形状によって世界を区分することは、同時に、動物群を、動物の生活を類別していることになるはずであり、その区分の順序は、各動物群の営む生活が似ている程度を、またちがっている程度を示すはずである。こんなことは、素人くさい考えのようにも思われるけれども、案外そうではなくて、生態学のある専門家たちが、動物群集（コミュニティ）を分類するとき、まさしくこれと同じ考え方により、これと同様な区分を行なっている。ただ細部が少し異なっており、それらを術語をもって表現しているのである。例えばパーズ（Pearse, A.S. 1939）は、

#### 水棲動物

海産動物

淡水産動物

流水動物

止水動物

流水性洞穴動物

止水性洞穴動物

地下水動物

#### 陸産動物

とし、またヘッセ（Hesse, R. 1924）は、次のように区分している。

海産動物界

淡水産動物界

流水の動物界

止水の動物界

熱帯および極地の動物界，他の淡水（高山湖・腐植土の水・鉱水温泉）  
の動物界

空気呼吸動物界

森林の動物界

乾燥広原の動物界

湿地および沿岸の動物界

高山の動物界

極地の動物界

島の動物界

地下の動物界

文明地域の動物界

さて、私に課せられた「溪流棲昆虫の生態」という題目のもとでは、溪流という特殊な世界のうちにすむ昆虫は、その生活の場の特殊性に応じて、どのような特殊な生活を営むどのような特殊な一群の昆虫であるかを書きしるすことであるが、第一に問題となるのは、「溪流とは何か、溪流はいかなる特殊性をそなえているか」ということである。

われわれが、この世界をその形状によって区分する時に用いた物差を振り返ってみると、陸と水とはその媒質が空気か水かで、海と淡水とは塩水であるか否かによって、川と湖・沼・池等では、前者は流れる淡水であり、後者は静かに淀んだ動かない淡水であることによったのである。川を他から区別するものは「流れる淡水」である。川は、山から始まり、一筋に長く後をひいて流れ流れて海や湖に終る水域である。これが川の根本的性格である。われわれは、溪流とか谷川とか、あるいは大川、小川等と区別をしている。これらは川のどのような部分と呼んでいるのであろうか。溪流は川の他の部分に比べていかなる特殊性をもつものなのかと自問する時、私の目の前には一連の川の風景が浮びあがってくる。そして溪流はと求めてみると、ある風景がひときわ大きく浮びあがる。それは国民学校読本の表現を藉りてみれば、「流れは急で、白い波が

石と石との間をわき返っている……川の水が唱歌を歌っているように聞える」風景であり、「昼は暖かな日に照され、夜はきれいな月を浮かべながら、音もなく流れる」大川とは明らかに対蹠的な川の流れなのである。しかし、もう一歩進めて、川をどのように区分するのが一番合理的なのか。溪流とは山の間の流れであるにしても、「白い波」のわきかえりかた、石の配置等々細かな点をもっとはっきりさせようとするれば、それは、もう私にはなんともしようのない相手なのである。

私のまず行わねばならぬ課題は、溪流の科学的闡明であった。

## (2)

私は、川の川たる性格は「流れる水」という点にあるのだから、この立場から川をとり扱うのが一番自然な行き方で、また水の流れといえ、その流れ方、つまり流れの早い遅いがまずとりあげられるべきではないかと思う。それはそれとして、科学的に川はどのように区分され、どのような性格を与えられているのであろうか。

私は、第一に地形学に解決を求めてみた。地形学者は、流水をまず、間歇流と恒久流とに区分する。前者は、雨がふった場合にのみ水が流れる谷の部分であり、後者は河谷の底が地下水面に達し、いつも水が流れている部分である。次に恒久流を、上流部・中流部・下流部の3区に区分している。河道の勾配・水量・流速からみると、3区はそれぞれ、「水源に近い勾配の最も急な部分で水量は少いが流勢ははなはだ強い」区域、「勾配はよほど緩かになり、従って流勢は追々と減ずる」区域、「勾配は最も緩かで、水は悠々として流れる」区域となっているが、地形学者は、さらに各区域に次のような性格を与えている。

〔上流部〕まゝ急瀬や滝をなし、総じて河底や兩岸をぐんぐん削り取る純然たる浸蝕区である。されば谷は狭いがすこぶる深く、兩岸は山腹そのものが険しい懸崖絶壁となって迫り、峡谷を作ることもしばしばある。河底には角ばった岩屑粗塊が散在し、水上に突出せる大岩塊も少くない。流路はもちろん幾度も方向を変えるが、その変り方は多く急角的で破線状に近い。これすなわち上流部河道の方向転換は主として岩盤の構造亀裂の如何によるからで、中流以下のように流水自身の規則正しい作用で彎曲するのは趣を異にする。

〔中流部〕河底の切り下げも多少あるにはあるが、きわめて微弱で、しかもほとんど洪水時に限る。また一方では今まで運んできた砂礫の一部が沈澱し、ところどころ浅瀬もでき、往々平水面上に露出して川中島を作るに至る。それらの砂礫はもはやいずれも角がとれ円みを帯びている。谷の幅も大分広くなり、河の兩岸に沿うて洪水の時だけ水のくる平地、いわゆる氾濫区域が多少とも発達する。河道はそのうちに緩かな曲線をなして何度も彎曲するようになるが、しかし下流のそのようなきつい、くびれるほどの彎曲はない。

要するに中流部の特色は、浸蝕区域の上流と堆積区域たる下流との中間的性状を呈し、浸蝕と堆積とはほぼ平均して、比較的安定の状態にあることである。そして氾濫区域や曲線の彎曲の発生をもって上流部と区別せられ、またきつい彎曲やひどい流路変遷のないことで下流部との差異を示す。

〔下流部〕川幅は最も広く、川底の浸蝕作用はなく、かえって土砂を沈澱堆積するばかりになり、そのために河底はむしろ少しずつ高まる。洪水時には広く沿岸平地に氾濫してそこにも泥土を散布する。流路は蛇のうねくのように蜿蜒として数多の著しい彎曲をなし、下流部を特色づける。また流路は洪水によって往々大変遷する。

以上の記述により、地形学的に3区分せられた川の景状は相当精しく知ることができた。そして、今問題としている「溪流」とは、3区域のうちの上流部に当るように思われる。しかし、私は、ある物足らなさを感じざるをえない。それは、私が切に求める水の流れかたという点では、前に引用した国民学校読本以上には出ていないからである。

次は、動物生態学における川の取扱いである。動物生態学者も河流を、山地溪流・中間溪流・河流の3区に、噴泉源流区・山間溪流区・中流区・緩流大河区の4区に、Brook, Swift river, Sluggish river に、Rill, Brook, Creek, River に、Highland Brooks, Lowland courses, Brackish waters に、Creek と River に区分する。そして内容は、地形学的性状、水温、水の化学的性状、そのうちにすむ生物等々から多角的に与えられているが、その根本をなすものは地形学的性状らしく、溪流区 Brook, Highland Brook とよばれる部分は、地形学的にいう場合の上流部そのものに相当するかと思われる。そして、これらの場合でも、私が求めている点については充分には満たしてくれない。ただ、二、三

の人たちが、河流というものは瀬と淵とからなりたっているものだという意味を記しているのが私の注目をひく。これに関しては次の項であらためて述べることにする。

### (3)

以上述べてきたのは、川の大きい区域の分け方であった。川の区分はこれにとどまらないで、さらに細分できないものだろうか。その細分はどこまでも続くものか、それともある限界があるのだろうか。いいかえれば、川をばらばらに解きほぐした場合、それ以上は分離できない単位、河流構成単位というべきものがありはしないか。

学問上から、河流を取扱っている専門家、たとえば生態学者のシェルフォード Shelford, V.E. は、河流を Brook, Swift river, Sluggish river 等に大きく区分する一方、Rapid と Pool の区別をしているし、ニーダム Needham, J. G. は、Rill, Brook, Creek, River と区分する他方、大観すれば河流は Riffles と Pool とからできているとっていて、瀬と淵とを河流を形づくる要素として認めているのである。そうすれば溪流もまた、瀬と淵とからできていることになる。ところで溪流は急流部であり、白波を立てて流れ下る区域であった。淵というと、水が深くよどんで流れの緩かな状態である。「きのうの淵がきょうの瀬となる」という文句や、「とろ」「深み」「よどみ」「早瀬」などの言葉があることからして、世間一般でも、川を谷川・小川・大川等に区別している他方、川には瀬と淵とがあることを認めていると思われるけれども、溪流に淵があるのが常態だとすると、何かぴったりこない節もあるようである。先にあげた生態学者は、この点をどうしているかという、彼らもただそう述べているだけで、具体的な記述はしていない。地形学に求めてみると、前に述べた程度の河谷の大地形を取扱っているのみで、われわれが求めるような、いわば、川の微地形には触れていないのである。私は実際の川について観察を進めてみた結果、やはり淵と瀬が河流構成要素であるという結論になった。しかし、両者、ことに早瀬の形態が川の部分によって異なり、両者の分布様式もまた違っている。そしてある早瀬および淵の形態と、ある分布様式とが相ともなうもの

であり、川の部分によって定まっているものと思われる。

次に掲げる一組の写真は、木曾川の一支流である王滝川および王滝川合流後の木曾川である(12頁)。川を写真にとると、瀬は白く、淵は黒くうつって、それらをはっきりと区別でき、その形態、分布様式を窺い知ることができる。

写真1は水源の山である御嶽山継母嶽第三峯である。落下する雨雪は、瘠尾根を境にして右側の斜面を流れて王滝川本谷に、左側の断崖からは王滝川の支流濁川に注ぎこむ。本谷の方の斜面は一面にハイマツに蔽われて、その下に雨や雪どけ水の流れ跡らしいものがわずかにあるが、掘れ溝などはまだ認められない。写真2は継母嶽第三峯から下方を望んだもの。私が立っている地点のすぐ下のハイマツの間から掘れ溝ができていて、それが下方にのびて谷となっている。谷は電光形に彎曲している。近づいてみると水は流れていない空谷であった。おそらく、このあたりは大雨の時だけ水が流れる雨谷、間歇流の部分なのであろう。やがて谷間に水が現れてくる(写真3)。流路は谷間を電光形に曲っており、この流路に縁どられた三角形の川原がとり残されている。電光形流路の一つをとりあげてみると、そのうちに、いくつかの瀬と淵とがみられる。水は川を一文字に横切ってならんでいる石をこえ、または石と石との間を落差をつくって流下して白い瀬となっている。水の落下地点から下方へ川底はぐさりと深く掘られており、水は静かに淀んで淵となる。ついで水深が浅くなってきたところで次の瀬が現われ、水は再び急速度で落下している。電光形流路の一辺内に並列している瀬と淵の大きさはいずれもほとんど同じであり、その前後の間隔もほとんど等しいようだが、流路の彎曲点にある瀬と淵とはほかのものに比べて少し大きいとも思われる。このような状態が電光形彎曲ごとに繰り返されているのである。

写真4 川幅は大大大きくなり、水量も増してくる。瀬は、落下の高さも高くなり、落下速度も大きくなって、白さを増してくるが、瀬と淵の形態、それらの分布様式は前写真と同様である。ただ、彎曲部の淵は他の淵に比べて長く大きくなってきている点、この淵の前後の瀬、淵の分布が少し密になっている点が変わっている。

写真5 これまでは、流れの屈曲はほとんど直線的であつたけれども、ここではやや弓形に弧を描いている。そして、円弧の内側には流れと岸との間に長方形の川原があり、外側は流れが直接川岸に接している。瀬の形態は前と同じく落ちこみ型であり、淵の形態も前に同じである。しかし、瀬の部分の水がそれをのりこえて落下する石の配列は相当乱れてきている。そのために、瀬はきれいな白い一文字状に川を横ぎってはず、前後にでこぼこしているものもある(図1参照)。こんな瀬に続く淵は、これまでのように単一の淵ではなく、いくつかに分れぎみになっている。彎曲部の淵は、著しく長大になって谷いっぱいには拡がっており、岸には岩石が露出して断崖となっている場合が多い。瀬と淵の分布様式は前と同じであるが、彎曲部の長大な淵の前後では、間隔が相当密になり、中ほどではやや疎らになっている。

写真6 ここはもう山の間の流れではない、といって平野にでてしまった部分の流れでもない、谷ぞいに平野が山の中にいりこんでいる部分の流れである。谷間は広く開けている。流れは一方の岸に突きあたると方向をかえ、次には少し下手の他の側の岸に突きあたり、くの字をくりかえして描いて流れ、谷間に三角形の川原を残す。

流れが岸に突きあたる部分は、岩石が露出していて、その基部は深く掘られて淵となり、流れは淀んでいる。淵の上手は白波をたてて流れる早瀬であつて、やや傾斜しているが、急角度で落ちこんではいない。早瀬の白波は、次第に薄くなり

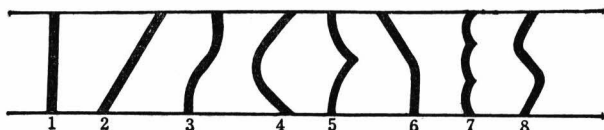


図1 落ちこみ型早瀬の川の横ぎり方の例 水は右から左へ流れる。

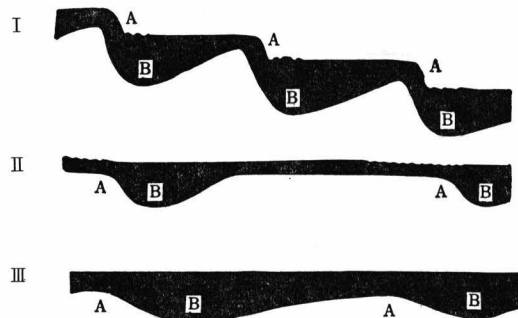


図2 瀬および淵の形態模式図 I: a型(落ちこみ型早瀬). II: b型. III: c型. A=瀬, B=淵. 水は左から右へ流れる。



やがてばかすように消えてしまう。そして、水面に小波がたつ水深の浅い部分に連り、やがて次第に水は深く淀んできて、淵となると同時に他方の岸に達する。その上手に次の早瀬がつづく。この状態が彎曲ごとにくりかえされているのである。ここの川の景観とこれまでのとを比べてみると、著しい違いがある。それは、瀬の形態が違っていることにもよるだろうが、おもに瀬と淵の分布様式の相違によるものである。すなわち、これまでは、彎曲する流路の一辺のうちに、いくつかの瀬と淵とが並んでいたが、ここでは1組の瀬と淵とが流路の彎曲する部分にみられるだけなのである。しかし、淵の下手にもう1つ早瀬があることもある。ここは白波のたち方も少いし、その下手が別に淵にはなっていない小さい早瀬である。私は、先にのべた淵の上手にある著しい早瀬を「淵頭の早瀬」、これを「淵尻の早瀬」と名づけて区別したい。

写真7は、もう全く平野のなかをながれる川の部分である。川原には小石が一面にしきつめられており、ところどころに草がはえている。早瀬の部分はみじかく、流れの速さも小さくなり、深さも一体に深くなっていて、ここより上流では通れなかった底の浅い舟の通行にもさほど妨げにはならない。

写真8は、もう2里あまりで海になるという川の部分である。川原には草が一面に生い繁り、むきだしのままの部分はほとんどみあたらない。川の水は深く雲をうつして悠々と流れる。しかし水の深さや流れの速さはどこでも同じというわけではなく、流路がまがる部分の水面には小波がたっており、水は浅く、流れは速いことを思わせる。

写真9 ここは、もう川口である。私は、渺茫と開けてきた海の風景に向いたち、水源の山からここまで流れにそって歩いた幾日間かを、いまは懐しく思いだす。

以上の写真と記述とから、私は、瀬および淵の形態に上の模式図(図2)で示すa, b, cの3型を認めたいのである。

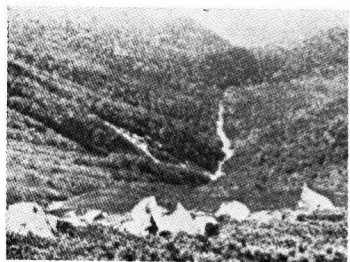
また、瀬と淵の分布様式は流路の彎曲と結びつけてABの2型が認められ、その模式図は図3に示すようである。そして、分布様式Aでは、形態は常にaであり、分布様式Bでは形態は常にb, cである。瀬と淵の形態、それらの分

布様式を組み合わせると、川を Aa, Bb, Bc の3型に分けることができる。しかし3型が同格なのではない。Bb, Bc はともに Aa に相対するものであり、Bb, Bc はその細分なのである。

私は、川に構成単位があることを認め、その構成要素である瀬・淵の形態、それらの分布様式からして、3つの型に分けたのである。しかしながら、読者は読者なりに観察されている川の姿態から、すべてをこううまく3型に収めうるものであろうかと疑問を抱かれているに違いない。稿を進める便宜上、わざとふれなかったのだが、実は、一見これら3型にあてはまらないように思われるものもみていたのである。しかし、それらとも3型の推移型として説明できるものであり、そういうものがあることが、かえて私の区分にとって好都合でもあるのである。たとえば以下の写真をみられたい。

写真10 写真でははっきりしないかもしれないが、写真中、川の流れがみえ始めた部分に彎曲部の大きい淵がある。そして、写真にはうつっていないが、図の下方につづいて次の彎曲部の大きい淵がある。上の淵の下手および下の淵の上手(図の一番下の部分)にある白い瀬の配置は相当密になっており、おのおのの瀬が川を横切る様子は、相当波状にまがっているが、大体一線に連っているし、形態は落ちこみ型でもある。そして、白瀬にともなう淵の方も、白瀬の乱れに応じて大分不分明になっているようではあるが、まずa型の形態を具えているといえよう。ところが、中央あたりの部分では、白瀬は大きく波状にまがり、横への連絡がとぎれとぎれになり、縦の配置も間がのびていて、全体としてぼつりぼつりと白瀬が散在しているというべき状態になっている。白瀬にともなう淵も小さく分れてしまって、その白瀬のところにある石の下手に小さい淀みとして認められるにすぎなくなっている。これは、白瀬の配置が、彎曲部の淵の前後では密になり、彎曲の中央部では疎らになり、川を真一文字に横切っていた白瀬が、次第にでこぼこしてくると写真5のところでのべたが、この傾向がさらに進行してきてできた形態と解せられるのである。

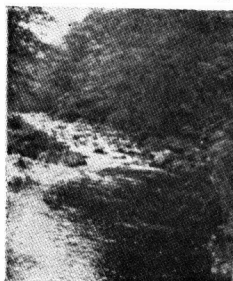
写真11・12 ここでは白瀬の配置は大分変ってきて、彎曲部にみられる淵と淵との間一面に、ちょうど紺餅の「白ぼつ」のように散在している。しかし、



2



I



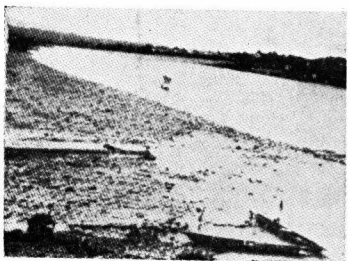
5



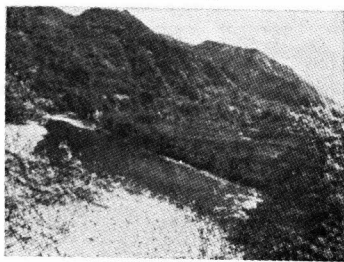
4



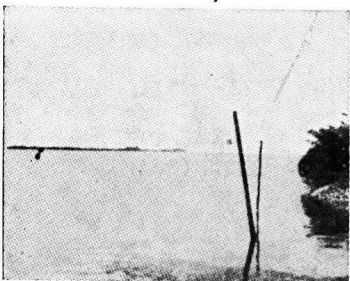
3



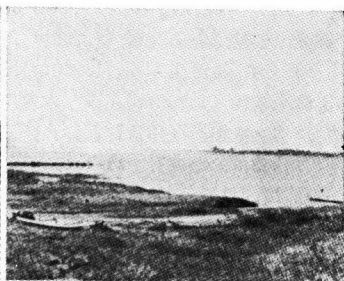
7



6



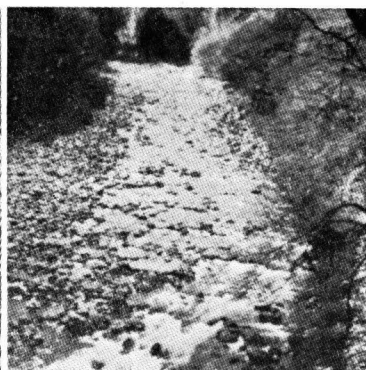
9



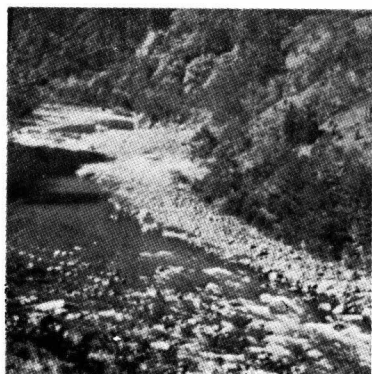
8



11



10



13



12

川の景観——源流から川口まで（木曽川）。

- 1 御嶽山の継母嶽第3峯（2,700m）。 2 王滝川本谷源流（継母嶽第3峯より）。 3 王滝川本谷（1,970m）。 4 王滝川本谷（1,700m）。  
5 王滝川本谷（1,350m）。 6 木曽川（野尻付近）。 7 木曽川（犬山付近）。 8 木曽川（弥富付近）。 9 木曽川（松蔭付近）。 10 王滝川（海拔約900mの地点）。 11 12の一部分。 12 王滝川（木賊付近）。  
13 王滝川（黒沢付近）。



14



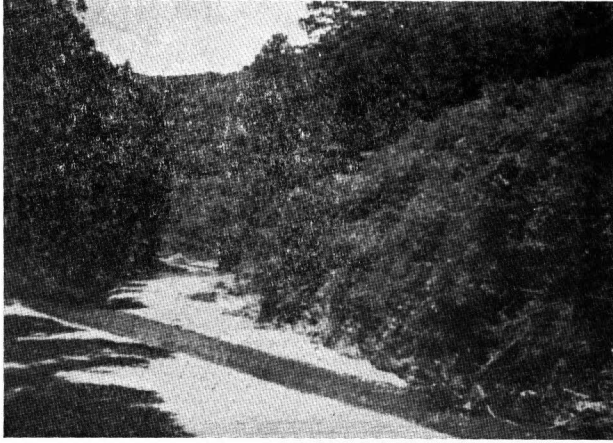
15



16

早瀬の状態を示す.

- 14 Aa 型 (王滝川本谷1, 350m).
- 15 Aa-Bb 移行型 (王滝川王滝付近).
- 16 Bb 型 (王滝川三浦半).



17 加茂川, 市原 (Bb 型) 早瀬から淵まで (図7を参照).

「白ぼつ」は、均等に分布しているのではなく、彎曲部の淵の前後は分布密度が大きく、中間部は疎らになっている。白瀬の横への連絡はほとんどなくなっているようだ。しかし、横手から「白ぼつ」をじっと窺ってみると、横への連絡も少しはあるようにも思われるし、仮りに川を縦に走る一線を想定してみると、それによって切られる「白ぼつ」の前後の間隔を目測してみると等距離になっているようにも思われる。彎曲部の淵以外には淵らしい淵は、もうどこにも認められない。ただ「白ぼつ」状の白瀬のところにある石の下手にちょっとした淀みがみうけられるのみである。

この状態は、前の写真の中央部分の状態が、彎曲部の淵と淵との間一帯に拡がればできるものと思われる。そして、中央部の疎らな白ぼつ状の瀬がなくなって、彎曲部の淵の前後にだけ残れば瀬は淵頭の瀬と淵尻の瀬のみとなる。淵尻の瀬が消えれば、もうそれは立派なB形になってくるのである(写真13)。

以上述べたところを図で表わすと図4のようになる。図3と照しあわせて見られたい。

それが電光形であるか、円弧を描いているかの違いはあるにせよ、とにかく流路は川の全流程を通じて屈曲していた。今、屈曲する流路の一辺をとり、その長さをしらべてみると、川下になるにしたがって長くなっているのである。

瀬と淵の分布状態をみると、上流では、流路の屈曲の一辺内にいくつかの瀬

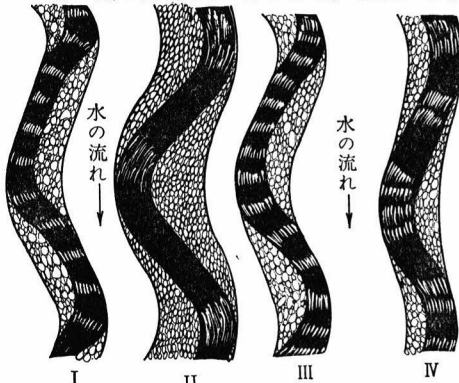


図3 瀬および淵の分布様式(1) I : A型, II : B型。

図4 瀬および淵の分布様式(2) Aa-Bb移行型の例。

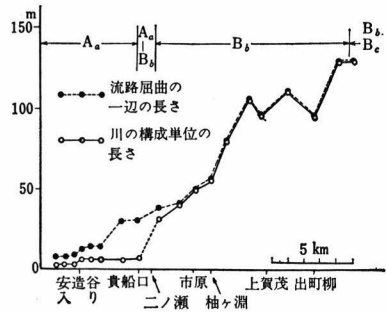


図5 流路屈曲の長さとの川の構成単位の長さ。京都、加茂川。

と淵とがある(分布様式A)が、ある地点から下流では、屈曲の一辺内に、ただ1組の瀬と淵とがみられる(分布様式B)ようになる。また、分布様式Aの地帯でも、屈曲の一辺内に含まれる瀬と淵との数は場所によってことなっている。しかし、それぞれの場所ではほぼ一定しているのである。こういう事情で川の構成単位である「瀬から淵まで」の距離、瀬と次の瀬、淵と次の淵との間の距離は川の部分によってことなっているのである。

流路の屈曲の一辺の長さ、屈曲の一辺内に含まれる瀬と淵の数、瀬と淵との間の距離はどうなのか。王滝川・木曾川ほどの大きい川になると、これらの観察、測定は相当むずかしく正確をきしえないので、その大きさもちょうど手ごろで、しかも私の住居手近にある京都加茂川での値をあげることにする(図5・この図は、昭和10年加茂川大出水直後の測定によって作ったものである)。

われわれは、屈曲の一辺の長さ、屈曲内に含まれる淵および瀬の数——瀬と瀬、淵と淵との間の距離によって、川をいくつかの部分に分つことができそうである。これは、次の項でのべるはずの流水棲昆虫の川の構成単位内における分布と結びつけて考えると、いわゆる川の生態学的区分という課題に1つの解答をあたえるものではないかと思われるものであるから、心にとめておいていただきたい。

われわれは、王滝川・木曾川にそって下りながら、川の景観・形態を観察し、川の景観・形態単位を求めた。そして、Aa, Bb, Bcの3型にわかつことができた。われわれは地形学的に、川は上流部分・中流部分・下流部分に3区分されていることを知っている。これらの3区分と、われわれのAa, Bb, Bcの3型とはどんな関係になっているのであろうか。われわれは、与えられた任意の川における3型の分布状態を、地図なり地図上の操作から予想することはできないであらうか。また、これら3型は、どのようにして形成されるものであろうか。最後の問題について解答がえられるならば、すべてがおのずと明白になるものであろう。これについて、何かいえそうな気もしないではないが、これは、私の務めでもないように思われるから、次の事項をのべるにとどめたい。



私は、王滝川—木曾川では、具体的に3型の分布状態はのべなかつたけれども、とにかく、Aa型は山の間に見られた。谷間が相当広くひらけてきて耕作地があらわれるようになると、AaとBbの推移型、またはBb型があらわれてきた。そしてそのような谷間から平野の部分にでてくるとBb型のみになり、海へ近づくにつれてBc型となったのである。京都加茂川については、図5において3型の分布を具体的に示しておいた。ここでもAa型は山の間に見られたし、京都市のなかに入ってから、典型的なものとはいえないが、まずBc型とみてよい状態がみられ、この中間がAa-Bb推移型、Bb型の地帯であった。

ここで注意すべきことは、山の間部分でも「××平」とか「××河内」とか呼ばれている谷間の広く開けた部分があるときには、そこにAa-Bb推移型なり、Bb型がみられること（たとえば王滝川では三浦平—御嶽山西南麓海拔約1300m）、また、川の形態がかわる地点、ことにAa型から次の型へうつる地点では、

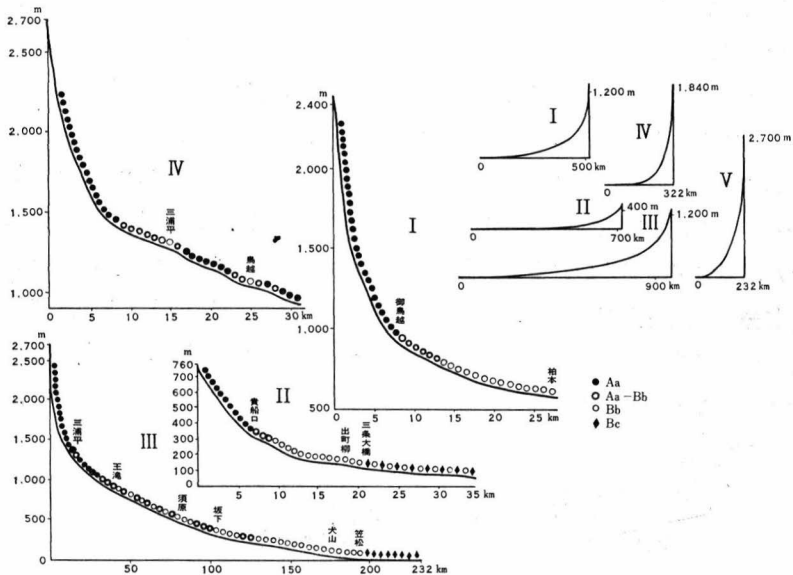


図6 川の縦断面図 左図のI. ガロンヌ川. IIセーナ川. IIIロアール川. IV利根川. V木曾川. 右図のI 鎮川—奈良井川. II加茂川. III王滝川—木曾川. 縮軸：海面よりの高さ(m). 横軸：源流からの距離(km).

支流が合流する場合が多い。たとえば、京都加茂川では、貴船口が Aa 型の終る地点であるが、ここでほとんど同じ大きさの2つの支流貴船川と鞍馬川とが合流していることである。われわれは、以上の諸点から、地図上で Aa, Bb, Bc の各形態の分布を、大体予想することができよう。

王滝川—木曾川水系でも、京都加茂川水系でも谷の形やその他の地形学上、川を区分する時の物差とせられている状況を考慮に入れてみると、Aa 型、Bb 型、Bc 型のみられる区域はそれぞれ地形学的3区分の上流部分・中流部分・下流部分に相当するかと思われる。

与えられた任意の川において、地形学的3区を、地図上の操作でさだめるには、いろいろの方法があることと思うが、私は河道の勾配を描いてみようと思う。これには、川の縦断面を描けばよい。私の手近かにある図によってみると図6に示すようである。

これらの曲線を大観すれば、いずれも水源に近い急勾配の部分と、ほとんど水平に近い緩勾配の部分、この2つの部分をつなぐ中勾配の部分に大別できそうである。そして、急・中勾配の部分の、ことに前者の勾配の度合や、3部分の占める広さの割合は川によってことなっている。フランスの川と日本の川とを比べてみると——例にひいた川の数も少いし、なにぶん手近かにあった図をひいてきたので、こんな比較をするには適当でないかも知れないが、とにかく——日本の川では急勾配の部分の占める割合が大きく、その勾配の度合も大きい、緩勾配の部分の占める割合は非常に小さいことが注目される。勾配から各部分の流速を推測すると、3つの部分はそれぞれ、急流部分・中間流速の部分・緩流部分となってくる。そうすると、日本の川は、急流部分の占める割合が大きいことになってくるのである。

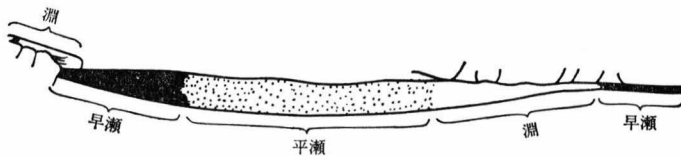


図7 加茂川市原 (Bb 型), 早瀬から淵まで。

次に、川の形態がわかっている川の縦断図上に、形態の各型をかきいれてみると、河道の勾配による区分と形態の型の分布区域が、大体一致するようと思われる。そして川の構成単位の諸型が、どのようにして形成されるかについてある指示をうけるようにも思われる（図6参照）。

河道の勾配によって分けられる川の3部分が、地形学的にいった場合の川の3部分そのものにあたるとするならば、われわれが求めてきた、川の構成単位の諸型は、地形学的に言えば、大地形的にわかれた3区分における、さらに細かい形態——微地形——を求めたことになるのである。

さて、われわれがこの項で解決しようとしたのは「溪流とは何ぞや」であった。「溪流」は、地形学的に言えば、上流部分に相当していると思われた。われわれは、川を瀬と淵の形態、それらの分布様式から3つの部分に区分した。私は、このうち Aa 型の部分を「溪流」としたい。

そして、それに続く Aa-Bb 推移型の区域の一部分をも溪流に含めてもよいと思うものである（写真14～15参照）。

## 2 流水棲昆虫

### (1)

流水のうちには、一体、どのような昆虫がすんでいるのであろうか。1流水系内で記録されている昆虫数はどのくらいかという点、イギリスのワーフ河では、軟体動物・甲殻類・蛭類・貧毛類・三岐腸渦虫類・淡水海綿・輪虫類および昆虫類等にわたる136種の動物が記録されているが、うち、82種が昆虫である。また、同じくイギリスのカージガンシャ地方の流水では、ヒドロ虫類から魚類・両棲類にわたる135種の動物のうち、昆虫は87種におよんでいる。

わが国の、たとえば梓川水系では、原生動物・三岐腸渦虫類・貧毛類・蛭類・軟体動物・甲殻類・昆虫類・両棲類にわたる114種の動物が記録されており、うち、昆虫類は100種を占めている。

わが国の昆虫の分類は、綱全体にまんべんなくゆきわたって行われていないと思われるが、これが流水棲昆虫にも反映しているので、梓川水系の場合でも

採集されたが、種名をきめることができないため、一応リストから除外されているものも相当あり、それらを加えると、150種くらいになるということである。イギリスに比べると、はなはだ多数といわねばなるまい。

1 流水系にかぎらずに、わが国全体としてどのくらいの流水棲昆虫がいるかという、必ずしも精しい生態がわかっているとは限らないが、とにかく流水中にすんでいるといわれる種類は約300種あまりに達している。この数も、前述した理由でまだまだふえると思う。

さて、前にあげた1流水系内の流水棲昆虫を目別にしてみると表1のようである。〔本来、各属の昆虫の形態図が付されていたが、初版以来、失われたままである〕。

表1 流水系内の流水棲昆虫

			梓川水系	ワーフ川(イギリス)	カージガンシャ地方 (イギリス)流水
粘	管	目	0	0	2
襖	翅	目	22	14	7
蟬	蟬	目	18	13	5
蜻	蛉	目	3	0	6
半	翅	目	4	0	7
脈	翅	目	2	1	0
毛	翅	目	24	29	18
鞘	翅	目	5	9	22
双	翅	目	22	16	20
合		計	100	82	87

表2 流水棲昆虫の分類表

目	科	属	種	
			市原(中流区) 3月中旬	安造谷(上流区) 3月中旬
双翅目 Diptera	ブユ科 Simuliidae	ブユ属	sp. 1	sp. 1
		<i>Simulium</i>	sp. 2	sp. 4
		( <i>Simulium</i> )		
		<i>Simulium</i>	sp. 3	
		( <i>Eusimulium</i> )		
		<i>Simulium</i>		
		( <i>Prosimulium</i> )		

双 翅	アミカ科 Blepharoceridae	クロバミアカ属 <i>Bibiocephala</i>	<i>infuscata</i> Matsumura	<i>infuscata</i> Matsumura
			<i>japonica</i> Alexander	<i>japonica</i> Alexander
		ヒミアミカ属 <i>Philorus</i>	<i>bilobatoides</i> Kitakami	<i>montana</i> Kitakami
		スカシアミカ属 <i>Parablepharocera</i>	—	<i>kibunensis</i> Kitakami
		アミカ属 <i>Blepharocera</i>	—	<i>vividis</i> Kitakami
目 Diptera		<i>Neohapalothrix</i>	—	<i>esakii</i> Kitakami
	アミカモドキ科 Deuterophlebitidae	アミカモドキ属 <i>Deuterophlebia</i>	—	—
	ユスリカ科 Chironomidae	エリユスリカ属 <i>Spaniotoma</i>	sp. 1 sp. 2 sp. 3	sp. 1 sp. 2 sp. 3
		ナガレユスリカ属 <i>Tanytarsus</i>	sp. 1	sp. 1
		タニユスリカ属 <i>Heptagya</i>	—	<i>brevitorsis</i> Tokunaga
	ユスリカ属 <i>Chironomus</i>	—	—	
ガガンボ科 Tipulidae	ウスバガガンボ属 <i>Anthoca</i>	sp. 1	sp. 1	
	ガガンボ属 <i>Tipula</i>	sp.	—	
	ヒゲナガガガンボ属 <i>Eriocera</i>	sp. 1	sp. 1	
	<i>Ormosia</i>	(sp.)	—	
シギアブ科 Leptidae	シギアブ属 <i>Atherix</i>	sp.	—	

鞘翅目 Coleoptera	ドROMシ科 Dryopidae	ナガドROMシ属 <i>Elmis</i> ヒラタドROMシ属 <i>Mataeopsephenus</i>	sp. 1  sp.	sp. 1  —
	ナガレトビケラ科 Rhyacophilidae	ナガレトビケラ属 <i>Rhyacophila</i>  ヤマトビケラ属 <i>Glossosoma</i>	sp. 1 sp. 2 sp. 3  sp. 1 ( <i>boltoni</i> Curtis ?)  sp. 2 ( <i>vernale</i> Pictet ?)	sp. 2 sp. 4  sp. 1 ( <i>boltoni</i> Curtis ?)  sp. 2 ( <i>vernale</i> Pictet ?)
毛	ヒゲナガトビケラ科 Stenopsychidae	ヒゲナガトビケラ属 <i>Stenopsyche</i>	sp. ( <i>griseipennis</i> MacLachlan ?)	sp. ( <i>griseipennis</i> MacLachlan ?)
	カワトビケラ科 Philopotamidae	タニガワトビケラ属 <i>Dolophilodes</i>	—	—
翅	イワトビケラ科 Polycentropidae	イワトビケラ属 <i>Polycentropus</i>	—	—
	ヒメトビケラ科 Mydroptilidae	カクヒメトビケラ属 <i>Stactobia</i>	—	sp.
目	クダトビケラ科 Psychomyiidae	クダトビケラ属 <i>Psychomyia</i>	—	sp.
	シロフツヤトビケラ科 Arctopsychidae	シロフツヤトビケラ属 <i>Arctopsyche</i>	—	—
Trichoptera	シマトビケラ科 Hydropsychidae	ミヤマシマトビケラ属 <i>Diplectrona</i> シマトビケラ属 <i>Hydropsyche</i> コガタシマトビケラ属 <i>Hydropsychodes</i> オオシマトビケラ属 <i>Macronema</i>	—  sp. 1  <i>brevilineata</i> Iwata  —	sp.  sp. 1  <i>brevilineata</i> Iwata  —
	フトヒゲトビケラ科 Odontoceridae	フトタスキソトビケラ属 <i>Psilotreta</i>	—	—

毛	ヒゲナガトビケラ科 Leptoceridae	ヒゲナガトビケラ属 <i>Leptocerus</i>	—	—
	エグリトビケラ科 Limnophilidae	コエグリトビケラ属 <i>Apatania</i>	sp.	—
翅 目 Trichoptera	ケトビケラ科 Sericostomatidae	ニンギョウトビケラ属 <i>Goera</i>	sp. 1	sp. 1
		クロツツトビケラ属 <i>Uenoa</i>	—	<i>tokunagai</i> Iwata
		マルツツトビケラ属 <i>Micrasema</i>	—	sp.
		カワスイトビケラ属 <i>Brachycentrus</i>	—	—
	コカクツツトビケラ属 <i>Dinarthrodes</i>	—	—	—
キタガミトビケラ科 Limnacentropidae	キタガミトビケラ属 <i>Limnacentropus</i>	<i>insolitus</i> Ulmer	<i>insolitus</i> Ulmer	
脈 翅 目 Neuroptera	センブリ科 Sialidae	センブリ属 <i>Sialis</i>	—	—
	ヘビトンボ科 Corydalidae	ヘビトンボ属 <i>Protohermes</i>	<i>grandis</i> Thunberg	<i>grandis</i> Thunberg
半 翅 目 Hemiptera	ナベブタムシ科 Aphelocheiridae	ナベブタムシ属 <i>Aphelocheirus</i>	<i>vittatus</i> Matsumura	—
	アメンボ科 Gerridae	ヒメアメンボ属 <i>Gerris</i>	—	—
		アメンボ属 <i>Aquarius</i>	—	—
シマアメンボ属 <i>Metrocoris</i>	—	—	—	
蜻 蛉 目 Odonata	ヤンマ科 Aeschnidae	コオニヤンマ属 <i>Sieboldius</i>	<i>japonicus</i> Selys	—
		サナエ属 <i>Gomphus</i>	<i>hakiensis</i> Matsumura	<i>hakiensis</i> Matsumura
ムカシトンボ科 Epiophlebiidae	ムカシトンボ属 <i>Fpiophlebiidae</i>	—	— ( <i>suprestes</i> Selys)	
蜻 蛉 目 Ephemera	モンカゲロウ科 Ephemeridae	モンカゲロウ属 <i>Ephemera</i>	<i>strigata</i> Eaton	<i>japonica</i> MacLachlan

	カワカゲロウ科 Potamanthidae	カワカゲロウ属 <i>Potamanthus</i>	—	—
蜉	ヒラタカゲロウ属 Ecdyonuridae	ヒラタカゲロウ属 <i>Epeorus</i>	<i>uenoi</i> Matsumura	<i>uenoi</i> Matsumura
		タニガワカゲロウ <i>Ecdyonurus</i>	<i>ikanonis</i> Takahashi	<i>aesculus</i> Imanishi
		ヒメヒラタカゲロウ属 <i>Rithrogena</i>	<i>latifolium</i> Uéno	<i>latifolium</i> Uéno
		オビカゲロウ属 <i>Bleptus</i>	<i>yoshidae</i> Takahashi	<i>kibunensis</i> Imanishi
		タニガワカゲロウモド キ属 <i>Heptagenia</i>	sp.	—
		<i>Cinygma</i>	—	—
目	フタオカゲロウ科 Siphonuridae	ヒメフタオカゲロウ属 <i>Ameletus</i>	<i>montanus</i> Imanishi	<i>montanus</i> Imanishi
		チラカゲロウ属 <i>Isonychia</i>	—	—
		オオフタオカゲロウ属 <i>Siphonurus</i>	—	—
Ephemeroptera	トビイロカゲロウ科 Leptophlebiidae	トビイロカゲロウ属 <i>Paraleptophlebia</i>	sp.	—
		<i>Choroterpes</i>	—	—
		<i>Thraulus</i>	—	—
	シロハラカゲロウ科 Baetidae	シロハラカゲロウ属 <i>Baetis</i>	<i>thermicus</i> Uéno	<i>thermicus</i> Uéno
		フタオヤマカゲロウ属 <i>Baetiella</i>	<i>japonica</i> Imanishi	<i>japonica</i> Imanishi
フタバカゲロウ属 <i>Cloëon</i>		—	—	
		<i>Centroptilum</i>	—	—
	ヒメカゲロウ科 Caenidae	ヒメカゲロウ属 <i>Caenis</i>	—	—



	マダラカゲロウ科 Ephemerellidae	マダラカゲロウ属 <i>Ephemerella</i>	<i>basalis</i> Imanishi sp.	<i>trispina</i> Ueno sp.
積 翅	カワゲラ科 Perlidae	カワゲラ属 <i>Perla</i>	<i>tibialis</i> Pictet sp.	<i>tibialis</i> Pictet sp.
		アミメカワゲラモドキ属 <i>Isogenus</i>	—	—
		フタツメカワゲラ属 <i>Neoperla</i>	—	—
		ミドリカワゲラモドキ属 <i>Isoperla</i>	—	—
		ミドリカワゲラ属 <i>Alloperla</i>	—	—
		アミメカワゲラ属 <i>Perlodes</i>	—	—
目 Plecoptera	ヒロムネカワゲラ科 Peltoperlidae	ヒロムネカワゲラ属 <i>Peltoperla</i>	—	sp.
	トワダカワゲラ科 Scopuridae	トワダカワゲラ属 <i>Scopura</i>	—	—
	オナシカワゲラ科 Nemuridae	オナシカワゲラ属 <i>Nemura</i> シタカワゲラ属 <i>Taeniopteryx</i>	— (sp.)	—
	クロカワゲラ科 Capniidae	クロカワゲラ属 <i>Capnia</i>	—	—

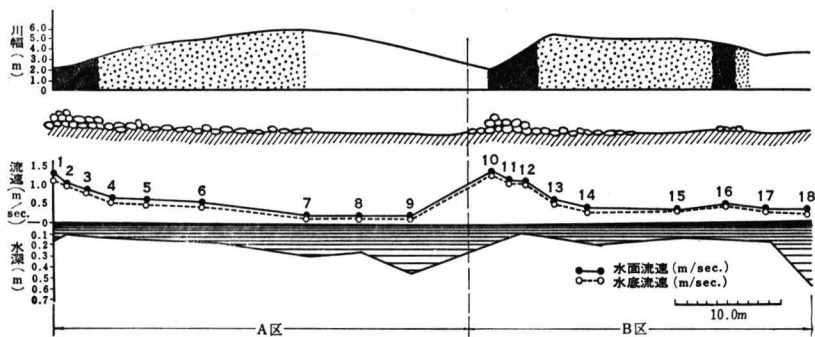


図8 加茂川, 市原 (Ba型) における川幅, 水深, 流速の状態 (昭和14年3月中旬).

これら流水棲昆虫の大多数は、成虫になると空中生活にうつるものの幼虫・蛹または若虫である。たとえば梓川水系では、半翅目の4種のほかはこのような水棲幼虫蛹または若虫なのである。各自に属する種類を1つ1つあげるとは紙数の関係上やめ、以後名前がでてくるものの表示(表2)に止めておく。精しいことは、「日本昆虫図鑑」および川村多実二(「淡水生物学」)・上野益三(「上高地および梓川水系の水棲動物」)諸氏の著書等を参照されんことを望む。

## (2)

私の課題は、これら多数の流水棲昆虫のうち、溪流に棲む種類の生態を描くことにあるのだが、私はまず、諸昆虫の分布——空間的・時間的——をみようと思う。上流部から下流部にわたる川のどの部分に位置しているか、さらにそれぞれの部分で、河流構成単位である淵から早瀬までのどこを生活の場としているか、占位する川の部分、河流構成単位内の位置は、いつでも、どこでも同じなのであろうか、それとも季節とともに、また川によって変るものかという問題である。

これを解決するためには、川筋一帯にわたって、淵から早瀬の間を、各季節ごとに、精密に調査すればよいはずである。われわれが、川の構成単位を求める材料とした王滝川は、こんな調査をするには大きすぎて不便であるので、ちょうど手頃な京都加茂川に場所をかえることにする。

地形学的に区分せられた中流部の性形は、上流部と下流部との中間的状態である。川の構成単位——淵から早瀬まで——の構造からいっても、中流部にみられるBb型は、上流部と下流部での構成単位のもつあらゆるものを含んでいる。そこで、われわれの目的は溪流、すなわち上流部にあるにしても、まず、この地帯で調査してみることにしよう。

市原付近の加茂川は典型的な中流区である(図7.写真17)。彎曲部の淵、その上手の次第に薄れてゆく淵頭の早瀬、それらをつなぐ平瀬が、1彎曲ごとに展開していて典型的なBb的景観を示している。

ひき続きになっている曲流の2つをとりあげて川幅・水深・流速を測定してみると、図8のようである。一方の淵尻にやや流速が大きくなっている部分が

あるのを除くと、ほとんど同じ数値をくりかえしている。河流構成単位を求めた際触れなかったが、川底の状態——川底をつくる材料が石であるか、砂であるか、または泥か、石である場合にはその大きさ、その配列状態等——は構成単位の部分によって違っているが、構成単位ごとに一定の状態がくりかえされているのである。淵の崖よりの川底には、小石が少しあるけれども、淵の川底の大部分は、泥ないし細かい砂である。平瀬から早瀬となるにつれて、次第に、荒ら砂——小石——最大15cm内外の石となってくる。配列状態は、淵の泥ないし細かい砂の部分では問題はないが、少しある小石や鶏卵大の石には泥や細砂の中にその下の方が埋れているのと、重なり合っているものがある。平瀬になるとほとんど全部の小石の下の方が、細砂や荒ら砂のなかに埋れているが、早瀬に近づくにつれて2重にも3重にもごろごろとかさなりあってくる。石が泥や砂のなかに埋れている場合には、水は石の表面のみに触れながら流れているけれども、ごろごろと積みかさなって多層になっている場合には、水は石と石との隙間をも流れている。以後私は、川漁をする人たちの用語を採用して、後者のような配列状態の石を「浮き石」と名づけた。前者に対しては、適当な言葉がないので、仮りに「はまり石」と名づけて以後両者を区別することにする。後でおわかりになるように、「浮き石」か、「はまり石」かは、流水棲昆虫の生活に大きい意義があるのである。

われわれは、曲流の1つ1つを川の景観単位とし、さらにそれを、景観的に、いくつかに分けることができた。もう一度くりかえしてのべると、

①水表面は大きく波だって白波となり、水底がみえない部分——②水表面は白波にはならないが、大きく波だち水底がみえない部分——③水表面はすこし小波がたち、水は浅くて水底がよくみえる部分——④水表面には小波もたらず水は深くて、しかも水底がすかしみえる部分、に区分できるのである。われわれは①②の部分で早瀬、③の部分で平瀬、④の部分で淵としたのである。それならば、どこまでが早瀬であり、どこまでが淵、平瀬であるかをきめようとすると、各部分は次第に移行しているものであるから、ちょっと困ってしまう。強い境界をきめれば、勢い人工的・模式的にならざるをえないのである。

われわれは、川の形態要素というべきものについて測定してみた。そして曲流の1つ1つは景観単位であるとともに、川の形態単位であることを知ったのである。われわれが早瀬・淵とよんだ部分について各測定値を比べてみると、はっきりと異なっている。しかし、早瀬から平瀬、淵から平瀬にかけては、各測定値が次第にうつりゆきになっていて、どこで区分してよいかわからなくなる。といって、全然区分できないというのではない。そして、各測定値全体を組合わせてみると、こんどは区分ができそうに思われてくる。といってもこの場合の区分が人工的・模式的にならないというのではない。

こういったふうのものであるが、われわれは、今、図8において、

A区を①場所1から4付近まで、②場所5から7まで、③場所8から9までに、

B区を①場所10から13まで、②場所14から16まで、③場所17から18までに区分しよう。そしてこれら各区域の範囲は、景観によって区分された各区域の範囲とほとんど一致している。今はわれわれは、単に景観によるのみではなく、その形態を認めた上で、それぞれの区域を①(淵頭の)早瀬、②平瀬、③淵とよづけるのである。そして早瀬の部分は、白波がたち流速が大で、水深小さく、石が多層ないし一層の「浮き石」になっている部分。平瀬は小波がたっているか、波たたずして流速が小さく、水深小さく、石が「はまり石」になっている部分。淵は波たたずして、流速が小さく、水深が大きく、砂または泥の部分とすることができるのである。

われわれが、今までみてきたのは、川の縦への連がりであった。そして縦への連がりにもなって川の形状に一定の変化があることを認め、淵・平瀬・早瀬に区分し、各部分の形状をしるしたのであるが、それは流れの中心(流心線)に沿った部分の形状であった。川には縦への連がりに比べればはなはだしく狭いけれども、横への拡がりもあるのである。川の縦への連がりのうちにみられる一連の形状が横への拡がりのうちにそっくりみられはしないだろうか。

早瀬の部分からみてゆくと、この部分の川岸に近い部分では流速もやや小さくなり、深さも浅くなり、幾分砂や小石が多くなって平瀬の状態に近づいてき

ているが、川底の石は「浮き石」であって、平瀬の状態そのものにはなりきっていない。いわんや淵の状態は全くみられない。早瀬の横への拡がりのうちに、川の縦への連がりのうちにみられる形状の全部がみとめられないとすれば、平瀬や淵でみとめうる可能性は全くないことはいうまでもないことである。それはそれとして、平瀬の川岸近くでは、流れは非常におそく、砂や泥も相当多くなって淵の状態に似た部分もみられる。川岸では流れはほとんどなく、大きい石がごろごろと重なりあって「浮き石」の状態になっている。淵の部分では流れの速さ・水深・川底の状態が両岸で不相称になっている(この不相称の状態は早瀬・平瀬でもその傾向が認められる)。すなわち、流路彎曲の外側の方の川岸には岩壁が露出しているのであるが、その根元は深くほられており、川底には相当大きい石が砂地の上に「はまり石」気味の状態で散在している。岸をはなれるに従って水深も浅く流速も小さくなり、川底には石はなくなる。他方の川岸近くになると、流れはほとんど認められなくなり、川底も砂と泥ばかりになる。川岸になると、大きい石が砂や泥地の上に「浮き石」となっているのである。

その横への拡がりのうちに、縦の連がりのうちにみられる形状がそっくりみられる部分はなく、せいぜい流速の小さい方の隣の部分の形状に近い状態がみられるだけだということになる。早瀬から淵までは、川の横への拡がりを考慮にいれても、やはり川の構成単位だということになる。しかし、平瀬の部分の川岸に近い部分には、水深の点を除けば淵によく似た状態が部分的にみとめられるから、ここと早瀬の部分で、形状のすべてがみとめられるといえばいえないこともない。なお、川岸に沿った地帯の状態は注目すべきである。早瀬の川岸では流速は相当大きいが平瀬・淵の川岸となるにつれてほとんど流れがなくなってしまう。そして川底の状態は、早瀬か淵までずっと「浮き石」の状態である。水深がそんなに大きくなく、流れがほとんどなく、しかも「浮き石」の大きい石の状態が川岸に沿うた地帯にみとめられるのである。この状態は、川の縦への連がりのうちにはみられなかった状態である(もっとも、淵の一部分にこれに似た状態がわずかにみとめられるが、ここでは水深も大きく、石の配置は「浮き石」というよりも「はまり石」といいたい状態である)。われわれは、早瀬・平瀬・

淵の3部分に第4の部分として川岸をつけ加うべきかもしれない(図14参照)。

さて、以上述べた内容をもつ構成単位は、水棲昆虫にとってどういう意義をもっているのだろうか。これを知るため、私は先に測定を行なった18カ所で採集を試みてみる。この場合、私は50cm<sup>2</sup>の框をつかい、そのうちのすべての動物を採集する方法をとった。框を50cm<sup>2</sup>にしたのは、厳密な試験の上できめたのではないが、水棲昆虫のうち、最も疎らな空間分布を示すもの(たとえば、*Perla*, *Protohermes* 等)でも、これくらいの広さであれば必ずこのうちに含まれるし、私の採集能力からいってもちょうど手頃な広さであるからである。

図9は各種類別に描いた分布図である。幅の広さは、各場所で採集された個体数を示している。

われわれはこの図からいろいろのことを読みとることができるが、次の事項から順次述べることにする。

① 採集した水棲昆虫の数は、単位形態Aでは42種、Bでは38種で、双方を合わせると44種になる。AでもBでも採集できた種類は36種であり、どちらか一方だけにいた種類は8種であった。これら8種はいずれもその個体数がはなはだ少ないもののみであった。まず、一組の水棲昆虫群が川の構成単位ごとにくりかえされているということができよう。

② 早瀬・平瀬・淵はお互いに区別しうることとなった内容をもつ川の構成単位内の部分である。私は先に「一般にことなった環境にはおのずからことなった生物群があり、ことなった生活のあり方があるはずといわれる」と書いた。そうだとすれば、早瀬・平瀬・淵は、それぞれお互いに区別しうる特殊な生物群をもっているはずである。はたしてそうだろうか。

われわれは、1つ1つの種類の川の構成単位形態内における占位状態をみよう。

まず、ある部分だけに棲んでいる種類と、広範囲にわたっているものがあるのに気づく。

ある部分だけに棲んでいるものには、*Simulium* の種類や *Epeorus uenoi*, *Baëtiella japonica* 等のように、早瀬のうちでも最も流速の大きい部分、また

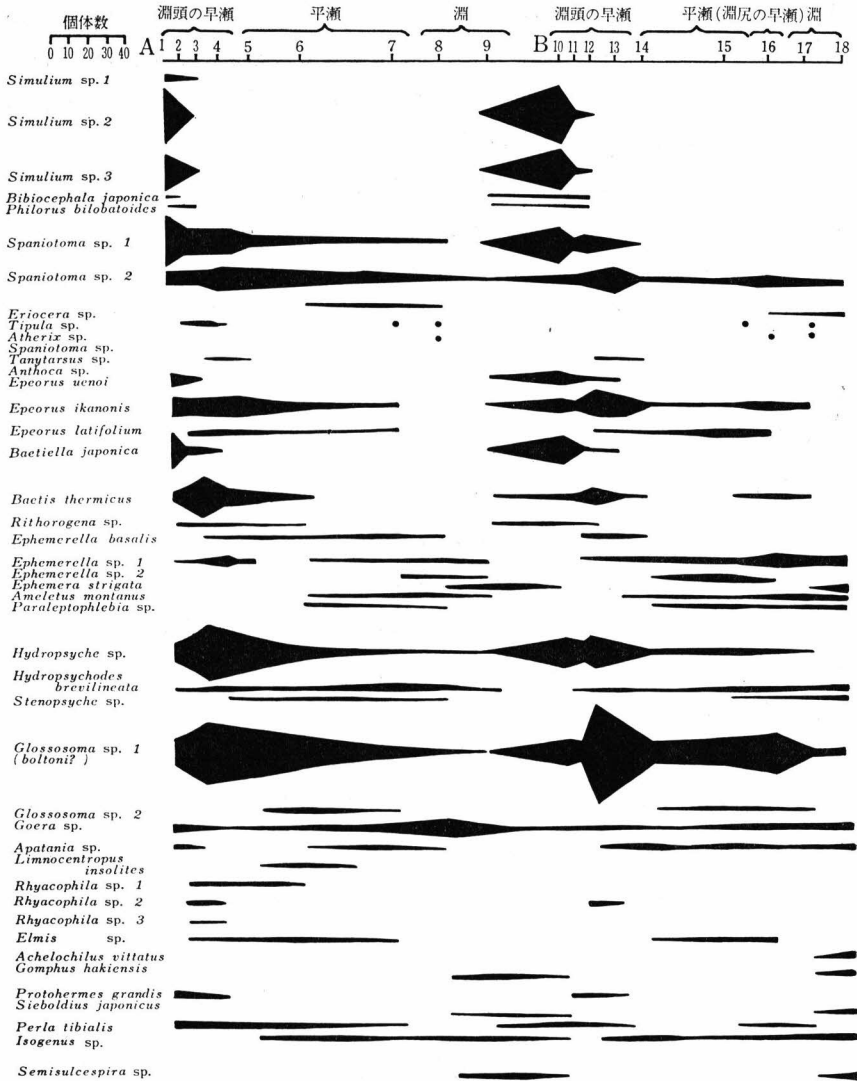


図9 川の構成単位内における水棲昆虫の分布状態。加茂川，市原付近（昭和14年3月中旬）。

はその近くに個体数の大部分が集中しているもの（個体数は少いが *Bibiocephala japonica*, *Philorus bilobatooides* 等もこれに加えてもよいだろう）と、*Ephemera strigata*, *Sieboldius japonicus*, *Gomphus hakiensis* 等のように淵の部分にだけいるものがある。そして、後者に属する種類数は前者に属するものに比べると少いし、各種類の個体数も少いことは注目すべきことである。平瀬にだけ棲んでいる種類はないかという、*Paraleptophlebia* sp., *Glossosoma* sp. 2, *Ephemerella* sp. 2, *Stenopsyche* sp., *Elmis* sp., *Limnocentropus insolites* 等は大体、この種類であるように思われる。しかし、早瀬・淵にだけ棲んでいる種類は、個体数が少ないものでも、A区、B区で同様にはっきりと各部分に占位しており、なんらためらうことなく、こういうふうに占位しているのだといえたのだが、平瀬の場合には、A区とB区とを比べてみると、一方だけにしかいないものがあり、両方にいるものでも、その占位、範囲が一方ではまさしく平瀬にかぎられているが、他方では淵の部分まで及んでいて、なんだかちぐはぐの状態になっていて、平瀬にだけ棲むものとはいえないように思われてくる。強いてそういうにしても、早瀬や淵の場合に比べて不確かなものといわざるをえないのである。このことは、平瀬そのものの性質と考えあわせると、興味を覚える点もあるのである。

次には、広範囲にわたって棲んでいる種類であるが、広範囲にわたっているといっても、早瀬から淵までの全区域にわたって分布している種類は、あるにはあるが、きわめて少数である。淵から平瀬にわたっているものは前の場合よりも多いが、早瀬から平瀬にかけて分布している種類に比べると、はるかに少数である。

広範囲にわたって分布している種類を、個体数の分布からみると、ある部分に多数が集中しているものと、分布範囲内のどこにも大体均等に分布しているものとに区別できる。前者には、集中場所が早瀬付近のもの、淵付近のものがあるが、平瀬に集中しているものは、ほとんどないといってよいようである。そして早瀬付近に集中しているものは集中の仕方も著しいし、その種類数も多いけれども、淵付近に集中しているものは、種類数もごく少く、集中の度合も



そういう傾きがあるかに思われる程度にすぎない。

*Baëtis thermicus*, *Epeorus ikanonis*, *Spaniotoma* sp. 1 等は、早瀬付近に集中している種類であるが、第一の種類はその分布範囲がかろうじて平瀬の部分におよんでいるものであり、他の種類は平瀬の部分に充分におよんでいるものである。*Hydropsyche* sp., *Glossosoma* sp. 1, *Spaniotoma* sp. 2 等も、早瀬付近に集中の山があるものだが、分布範囲が淵の部分までかろうじておよんでいるものである。

*Isogenus* sp. などは、淵付近に集中しているように思われるが、*Ameletus montanus*の集中場所は淵のようでもあるし、平瀬のようでもある。これらの種類は淵から平瀬にかけて分布しているものである。*Goera* sp. は淵に集中しているものと思われるが、その分布範囲が、はっきりと早瀬から淵にわたっているものの一例である。*Hydropsychodes brevilineata* もはっきりと早瀬から淵まで分布しているものであるが、これは平瀬と淵との境付近に集中している。

均等分布の例としては、この調査結果からだけでははっきりしないかも知れぬが、*Perla tibalis*, *Ephemerella basalis* 等をあげうる。個体分布のこの状態は注目すべきものなので、他の調査結果を参照してみると、これらの種類はたしかにそうだといえるし(図16参照)、*Protohermes grandis*, *Rhyacophila* に属する種類も均等分布をするものと思われる。そして、これらの種類の分布範囲は、大体早瀬から平瀬にわたっていて、淵の部分にはおよんでいないのである。

以上のほかに、どういう分布をしているか、この調査のかぎりでは、わからない一群の昆虫がいるけれども、大して重要なものでもないから、このままにしておこう。

早瀬・平瀬・淵の各部分内にすんでいる種類を数えてみると、A区では早瀬に28、平瀬に22、淵に15となり、B区では早瀬に24、平瀬に21、淵に17となる。われわれが前に掲げた命題に従うならば、これらのおのおのが早瀬・平瀬・淵の昆虫群を構成し、各昆虫群は、各部分の特殊さに応じた特殊な群でなければならぬはずである。

われわれが見てきたように、早瀬・平瀬・淵の各部分だけに棲んでいる種類があった。この限りでは、各群は相互に区別しうる特殊な群である。

また、われわれが見てきたように、早瀬・平瀬・淵のすべてにわたって分布しているもの、早瀬から平瀬にかけて分布しているもの、淵から平瀬にかけて分布しているものがあった。この点からすれば、各群は相互に区別することができない群といわねばならない。しかしながら、各部分にわたって分布しているといっても、個体数の分布状態をみると、ある部分に集中しているものがある。この点からすれば、各部分に共通にすむものうちにも、ある部分の特殊性を反映している種類もあるといえることができる。そして、個体数の集中は、早瀬ではその度合が非常に著しいが、淵・平瀬ではそういう傾向がみられるといった程度にすぎないのである。

ある部分にのみ棲んでいる種類と、広範囲にわたって分布しているがある部分に集中している種類とを合計すると、早瀬では12、3種になり、総数の約50%を占めている。淵では約6種で総数の約40%になる。平瀬では多く見積ってもせいぜい5、6種ぐらいで総数の約30%以下を占めているにすぎない。すなわち、その性格の特殊性を反映している種類は早瀬に一番多く、次いで淵、一番少いのは平瀬ということになる。

これからすれば、特殊なという点では、早瀬の昆虫群が第一であり、淵の昆虫群がこれにつき、平瀬の昆虫群が最も劣っていることになる。

早瀬と淵との昆虫群を比べてみると、共通種が5種ぐらいある。そのうち4種は早瀬から淵の特殊性を反映している種類である。すなわち3種 (*Hydropsyche* sp., *Glossosoma* sp. 1, *Spaniotoma* sp. 2) は早瀬に集中しており、1種 (*Goero* sp.) は淵に集中しているのである。残りの1種 (*Hydropsychodes brevislineata*) だけが淵および早瀬のいずれの特殊性をも反映していない(淵寄りの平瀬に集中している)ものである。こういう次第で、まず、早瀬と淵との昆虫群は相互に区別できるのである。早瀬と淵そのものが、はっきりと区別できるものであったが、それぞれの昆虫群がこれを反映しているといえるだろう。前に、平瀬は早瀬と淵との中間的状態を示す部分であると述べておいた。平瀬の昆虫に

は、そこに特有な種類はきわめて少く、大部分は早瀬・淵——特に早瀬——の特殊さを反映する昆虫であるということは、平瀬のもつ中間の状態を反映しているのだとも思われて、平瀬の昆虫群も平瀬の特異性に応じたものということもできるのである。

われわれは、川幅・水深・流速・川底の状態等について測定し、川に構成単位形態があことを知った。各測定値を按排して、それをさらに早瀬・平瀬・淵の3部分に区別した。一方、われわれは、各棲息昆虫の構成単位内における分布を数量的に表わした。そして、これと構成単位の各部分とを照し合わせて、各部分内に含まれる昆虫群を、そして各昆虫群はそれぞれどのような特殊群であるかをきめようとしたのである。

われわれは以上のことを行うに際して、実は数々の無理を感じていたのである。前に述べたことだが、3部分に区分する時、それぞれの中心部分を比べると相互にはっきりと区別することができたけれども、各部分の範囲——ことに平瀬と淵との境界——をきめようとすると、なにぶんお互いの間がうつりゆきになっているので、ここで第一に無理をする始末になってしまった。このようにして定めた各部分内に含まれる昆虫群をそれぞれの部分の昆虫群とし、各部分にだけ分布している昆虫、各部分に個体数分布の山をもっている昆虫を決定して各昆虫群の特殊性を示そうとしたのだが、各種昆虫の分布範囲がうまく各部分内に収ってくれるとはかぎらなかつた。はっきりとある部分内に分布しているものもあるが、分布範囲が他の部分に少しひっかかっているものもあった。あるものの分布範囲は2つの部分の境界付近にあった。個体数の集中地点にしても同様であった。また、種類によっては分布範囲なり、個体数集中部分が一定しているとは限らないと思われるものもあった。これらを画一的にどの部分かの昆虫ときめてしまえば、各部分の境界決定に際して無理をしているのに、さらに無理を重ねることになってしまう。

これらの無理は、調査をもっと精しく、大規模に、さしずめ調査地点をもっとたくさんとることによって、また他の群決定方法を用いることによって除きうるとも考えられる。これらの無理は、そうすることによってある程度までは

りのぞけるだろうが、しかし、どうやってみても、どこまでもつきまとうものとも思われる。それは自然を画一的に区分しようとすることに必然的につきまとう無理であると考えられる。

われわれは川の構成単位の形態を知っている。そのうちにおける各種昆虫の分布状態も知っている。これらを相当細かく知っているため、構成単位をさらに区分しようとする時、それに照応して昆虫群もさらに分れるものかどうかを知ろうとする時、かえって困ることができてきたのである。従来しばしば行われているように、もっとおおざっぱにやってみてはどうだろうか。われわれは景観的にたやすく早瀬・淵の部分を区別することができる。平瀬もちょっと注意すれば区別できよう。次に、かく景観的に区分せられた各区域内の任意の地点をとり、そこに見出される昆虫の種類名を列記して、これらが各区域の昆虫群集だとすることにしたらどうであろう。結果は簡単明瞭である。しかしながら、具体的なあり方からは遠いものになってしまいはしないだろうか。

川の形態や各昆虫の分布状態を精しく調査することが悪いのではあるまい。問題はその結果のとりあつかい方にある。われわれは、これらをもっともっと精密に知らねばならない。それでその結果を適当な方法で処理すればよい。というものの、どのような方法をもってしても解決できないことかもしれない。「一定の環境の下では、一定の動物種類により組成された動物群集がある。——この際、群集となづけられているのは、これが一種の有機体的存在であり、それを組成する動物間には社会的結合があるという意味をふくませている——」という一般命題そのものも吟味されなければならないかも知れない。そのためには、われわれは、環境そのものをさらに精しく調査するとともに、1つ1つの動物の分布をますます明らかにするのが必要と思う。

今は、こういうことには、あまりふれないでおき、どういうふうにやってみても、同じ無理がつきまってくるのだが、別の方法をとってみよう。

われわれが充分に知っているように、すべての昆虫が川の構成単位内にまんべんなく分布しているのではなく、むしろ、すべてのものがある部分に偏在しているというべき分布状態を示している。そして、偏在する部分がきまってい

るようである。といっても、各種類の偏在部分がぴったりと一致しているのではなく、相当地づはぐになっているけれども、ある範囲内に限っているようである。こうして、われわれは川の構成単位を地域単位として形づくられる1組の昆虫群が、さらに細かい地域的集団をつくっているのを予想できるのである。そしてそれらの集団が占める地域の範囲は、川の構成単位を形態的に区分したときの各地域に一致しているように思われる。そこでわれわれは、まず形態から川の構成単位を区分しておいて、そのうちに見出される昆虫群におよぶという順序をとったのである。今度は、われわれは、昆虫の分布そのものから出発する方法をとってみようと思うのである。

植物生態学では、植物集団の大きさ——集団をつくる種類の範囲、その集団が占める地域的拡がり——を知るため、種類—面積曲線を描く。すなわち、次第次第に調査面積を拡げてゆき、それとともに出現してくる種類数を数えてゆくと、ある面積になると、それ以上いくら面積をましても種類数はふえなくなる。そうなった時の種類が、その地域の植物集団をつくる植物の組の内容となるものであり、その時の面積が、その植物集団をいれる最小の面積となるのである。

構成単位内における動物群区分をこれにならって行なってみよう。われわれの場合には場所1から始めて18カ所での採集動物を次から次へと加えてゆけばよい。こうして描いた曲線が図10である。

この曲線を見ると、初めは急激に上昇している。そして、単位形態A区内で3つの起伏を示している。場所9（単位形態Aの淵）以後になると水平になって

きている。これは川の構成単位「早瀬から淵」が動物群を完結させる単位であることを意味する。

A区内での、3つの起伏の様子をみる

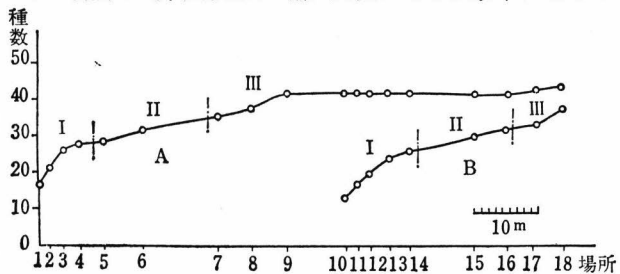


図10 種類—面積曲線 加茂川、市原付近 (昭和14年3月中旬)。

と、曲線は、場所4、5付近で水平になろうとしているが、そこをすぎるとやや昇りきみになり、場所6と7の間で再び水平になろうとする。それがまた上昇をつづける場所9にいたると、それ以後はずっと水平になっている。すなわち、曲線はA区内で3部分に区分できる。

B区だけで曲線を描いてみても、同様に3つの起伏がみられ3部分に区分できるのである。

このことは、動物は川の構成単位内に均等に分布しているのではなくて、ある部分に偏って分布しているのだが、そういう部分が3カ所あることを示す。動物の生活空間という点からいえば川の構成単位は3地域に分けられることを示す。川の構成単位を地域単位として形づくられている動物群が、その内部において、さらに3つの地域集団にわかれていることを示すものである。第1の集団の占める地域は場所1から4と5の中間地点まで、第2集団の地域はそこから始まり場所7付近まで、第3集団は場所8、9を占めている（以上A区）。B区では第1集団は場所10から14付近までを、第2集団は場所14付近から16付近までを、第3集団は場所16付近から18までを占めている。そして、各集団の占める地域範囲は、構成単位の形態から区分した場合の早瀬・平瀬・淵の部分とは厳密には一致していないが大体は一致している。これら3地域集団をそれぞれが占める地域の特殊性を示す名前をつけて、早瀬・平瀬および淵の動物群とよぶことにする。

生態学上では、ある生物群内にも含まれている種、ある地域にかぎって棲んでいる種を、その生物群なりその地域なりの専在種といい、いろいろの生物群内に含まれているが、多数の個体が特にある生物群のうちに集中している種、広範囲にわたって分布しているが、特に多数がある地域に集中的に棲んでいる種を、その生物群なりその地域なりの偏在種と呼ぶ。そして両者をいっしょにして特徴種という。これは、それが属している生物群、それがすんでいる地域の特徴を示すものであり、それが属する生物群を他の生物群から、それが棲んでいる地域を他の地域から区別させる指示生物となるものである。また、ある生物群内でその個体数が多いものを優占種という。これは生物群を形づくる生

物間の勢力関係を示すものといわれている。指示生物としては、専在種で、しかも優占種であるものももっともよい。

どんな種類が3月中旬の加茂川市原における各昆虫群の優占種や特徴種としての資格をもつかは、図9と、前にのべた各種の分布をもう一度よみなおしていただければおのずからおわかりになることであろう。

われわれは、早瀬の昆虫群、および早瀬特徴種として、表3に示す種類をためらうことなくあげることができる。淵の昆虫群および淵の特徴群については、1, 2どうしようかと思う種類もあるが、表3に示す種類をそれとしてあげるにはならぬ迷うこともない。ところが、平瀬の昆虫群および平瀬の特徴をしない場合には相当躊躇せざるをえない。とにかく5種類もあげておいたが、これらとても不確かなものである。早瀬および淵の昆虫群は群としてはっきり認めうる群であるが、平瀬の昆虫群は群としての独立性がうすいということになるのである。

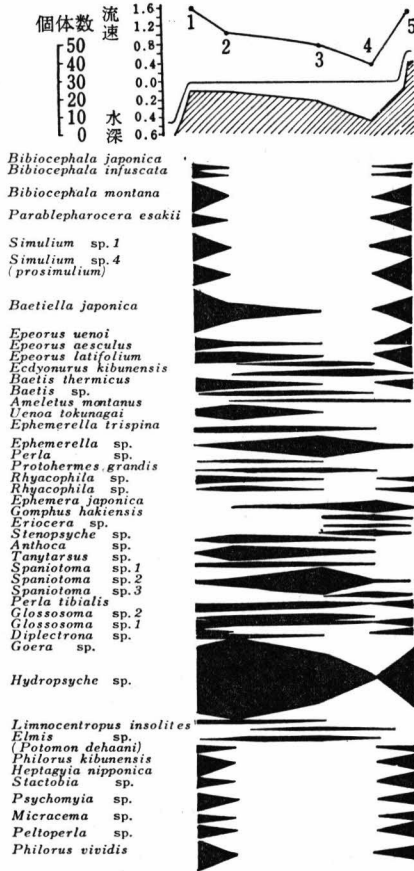


図11 加茂川, 安造谷における流速・水深と水棲昆虫の分布 (昭和13年3月中旬)。

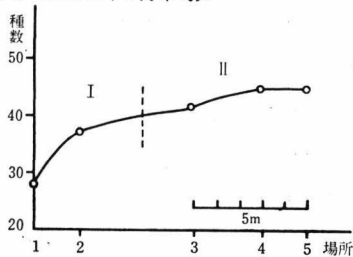


図12 種類一面積曲線 加茂川, 安造谷(同上)。

表3 淵・平瀬・早瀬の特徴種

	淵	平瀬	早瀬
専任種	<i>Ephemera strigata</i> <i>Gomphus hakiensis</i> <i>Sieboldius japonicus</i>	<i>Glossosoma</i> sp. 2 <i>Limnacentropus insolitus</i> ? <i>Stenopsyche</i> sp. ?	<i>Simulium</i> sp. 2 <i>Simulium</i> sp. 3 <i>Baëtiella japonica</i> <i>Epeoruss uenoi</i> ( <i>Bibiocephala japonica</i> ) ( <i>Philorus bilobatooides</i> ) <i>Simulium</i> sp. 1?
偏在種	<i>Goera</i> sp. <i>Isogenus</i> sp.	<i>Ameletus montanus</i> <i>Elmis</i> sp.	<i>Glossosoma</i> sp. 1 <i>Hydropsyche</i> sp. <i>Baëtis thermicus</i> <i>Spaniotoma</i> sp. 1 <i>Epeorus ikanonis</i>

ここで付記しておくべきことは、特徴種なり優占種なりは、一つの川でもその部分により、川の同じ部分でも季節によって(図11, 16参照), また、川の地理的位置によって変わってくることである。変るといっても、でたらめに変るのではなく、変りかたに一定の構造があることである。

述べるべきことはまだまだあるだろうけれども、中流地区はこれくらいにして、われわれの課題の地区、溪流を調査することにしよう。

図11は、加茂川の溪流地区である貴船川安造谷の3月における調査結果である。

まず早瀬から淵までの構造であるが(図11参照), 場所1および5は落ちこみ型の早瀬で白い瀬になっている。場所2は白い瀬にはなっていないが、水面は激しく波打ち川底は上からすかしてみえない瀬の部分。場所3, 4はともに水は静かに淀んでいて川底が上からすかしてみえる。川底の状態は、場所1および5は大きい石が重なっている。相当がっちりとはまりこんでいる石もある。場所2は1に較べるとやや小さい石が「浮き石」になっている。場所3は砂地に石が、半ば「浮き石」、半ば「はまり石」の状態になっている。場所4は砂、泥の地帯である。

場所1, 5が早瀬であり、場所4が淵, 場所2および3がこれら両部分をつなぐ部分であるのだが、どちらかという場所2は早瀬の性質を、場所3は淵



の性質をそなえていて、中流地区でみたような平瀬となづけた独立した形態を示してはいないのである。

ここには、中流地区にみられない状態がある。場所1および5で白瀬をなして落下する水のしぶきをうけて、表面がいつも湿っている石面があることである。学術語で湿潤区とよんでいる。

各場所で市原と同じく50cm<sup>2</sup>の框を使って採集したところ、4種（昆虫ではないサワガニ *Potamon dehaani* White を含めて）をえた。各種の分布状態は図11に示す。

次に、市原と同様にして種類—面積曲線を描いてみる（図12）。

曲線は2つに分けられるようである。そして2つの曲線のわかれる地点は、場所2と3の間にある。これからして、動物を2群に分けうる。1つは場所1から2の地域に、他は場所3から4までの地域にふくまれる群であって、各地域の形態からして、それぞれ早瀬の動物群、淵の動物群とよぶべきものである。中流地区市原で認められた第3の群、平瀬の動物群がここでは認められぬのは注目すべきことである。そして、単位形態の構造をみると、淵と早瀬をつなぐ部分が市原ではある広さを占めており、他と区別できる程度にはっきりした形態をそなえていたから平瀬となづけてきたのであるが、ここでは、もちろん淵と早瀬をつなぐ部分はあるはずであるが、その部分は狭く、平瀬とよぶにたる形態をそなえていないことと考えあわすべきことであろう。

次には、各動物群および各地域の特徴種である。

早瀬の最も流速の大きい部分に占位し個体数も多い *Bibiocephala montana*, *Parablepharocera shirakii*, *Simulium* sp., *Simulium* (*Prosimulium*) sp., *Baëtiella japonica* 等は文句なしに早瀬のよき特徴種となる。

個体数は少いけれども、流速の最も大きい場所に占位している *Bibiocephala japonica*, *Bibiocephala infuscata*, *Epeorus uenoi*, *Baëtis thermicus*, *Diplectrona* sp. 等や、最も多くすんでいるところは早瀬の流速のやや小さい部分にあるのであるが、最大流速の部分にもすんでいる *Epeorus aesculus*, *Uenoa tokunagai* 等で、個体数が非常に多く分布範囲は淵の地区にもおよんで

いるが、最も多くすんでいる地点は早瀬にある *Hydropsyche* sp. 等もまず早瀬の特徴種となるだろう。

淵の特徴種としては、*Ephemera japonica*, *Gomphus hakiensis*, *Spaniotoma* sp. 2, *Eriocera* sp. およびその価値はやや劣るだろうが、*Ephemerella* sp., *Spaniotoma* sp. 1, *Elmis* sp. 等あげてよいかも知れぬ。

中流地区にはみられなかった湿潤区の特徴種としては、*Phylorus vividis*, *Heptagyia nipponica*, *Stactobia* sp., *Psychomyia* sp., *Peltoperla* sp. があげられる。*Phylorus kibunensis* はこの調査のかぎりでは、ここの特徴種とすべきだが、私の経験では湿潤区の動物になりきってはず、水中にもおることがあるようだから、わざとここの特徴種にしないでおいたのである。このことについては、後にあらためて述べることにする。

中流地区市原で、平瀬の特徴種としてよさそうであった昆虫のうち、*Elmis* sp., *Limnocentropus insolites*, *Glossosoma* sp. 2 等は、ここにもすんでいるのだが、*Elmis* sp. は淵の部分に、*Limnocentropus insolites* は早瀬の部分に編入されており、*Glossosoma* sp. 2 は早瀬・淵の両部分にわたってすんでいるが、どちらかというとも早瀬の部分に多数個体がすんでいるのである。

話が、中流地区と上流地区との比較になったから、これをもっと進めてみよう。

中流地区の市原と上流地区の安造谷入口とで採集した昆虫を合計すると約70種になる。このうち両地点いずれにもいた種類は約24種であった(表2参照)。

これら昆虫のうちで重要な種類——両地点で各部分の特徴種になっているもの等——について比較している。

共通種のうちで市原で各部分の特徴種となっているものは、*Glossosoma* sp. 1 (*boltoni*?) を際けば、安造谷でも同じ部分の特徴種となっている。*Glossosoma* sp. 1 (*boltoni*?) は、市原では、早瀬・平瀬にわたって分布していて、早瀬の部分に大多数が集中していたのだが、安造谷では、そんな集中地点が認められないので除いたのである。*Simulium* sp. 1 は、市原では一方の早瀬にはいるが、他の早瀬ではみつからなかったし、個体数もきわめて少いから、たまたま

このあたりにすんでいたもの（学術語でいうと偶來種）と考えると、早瀬の特徴種にしなかったが、安造谷では、個体数も多く、ちゃんと早瀬ごとにいるのであるから、ここでは立派な早瀬の特徴種となるわけである。

*Simulium* 属についてもっとみると、安造谷では、市原で立派な早瀬の特徴種であった *Simulium* sp. 2, *Simulium* sp. 3 がいなくなっている。ところが *Simulium* (*Prosimulium*) sp. が新しく現われてきて、早瀬の特徴種となっているのである。このことと先にのべた *Simulium* sp. 1 の個体数の変りかたとを合せ考えると、安造谷と市原とで、*Simulium* 属の種類が入れかわりになっているのではないかと考えられるのである。

市原で早瀬の特徴種だった *Epeorus ikanonis* は安造谷にはいない。しかし、同属の *aesculus* がでてきている。市原では *Epeorus* 属の種類としては *ikanonis* のほかに *uenoi*, *latifolium* がいる。これら3種の空間占拠の様子をみると、*ikanonis* は *uenoi* と *latifolium* との間に挟まれたような様子である。安造谷でも、*Epeorus* には *aesculus* のほかに、市原と同様 *uenoi*, *latifolium* がいるのだが、空間占拠の様子をみると、*aesculus* は *ikanonis* と同様に他の2種の間に挟まれているのである。こういう点からみて、安造谷では市原の *ikanonis* に代って *aesculus* が現われてきたのではないかといいたくなってくる。

淵の動物群でも、市原での特徴種であった *Ephemera strigata* は安造谷ではなくなっている。しかし、その代りといわぬばかりに、同じ属の *japonica* が現われているのである。ところが、市原にいた *Sieboldius japonicus* は安造谷にはいないが、別に同属の他の種類は現われてこない。

安造谷では、*Ecdyonurus kibunensis* が少数ではあるが採集され、淵の特徴種とみなされた。このものは、安造谷では淵の真中の石面上よりも、淵の川岸にそった石面上に沢山すんでいる。市原でも、流心線にそった淵の部分では採集されなかったが、実は、淵の川岸よりの石面から同属の *Ecdyonurus yoshi-dae* が相当多く採集されているのである。両種は同じ状態の部分にすむものであるから、市原と安造谷とで入れかわりとなっているものではないかと思われる。

そのほかにも、*Ephemerella basalis*, *Ephemerella trispina* 等のごときも、入れかわりになる種ではないかと思われる。これらの昆虫が、川の地区によって入れかわりになっていると考えるのは正しいかどうか。これについてはわれわれは後ほど項を改めて精しくみることにする。

しかしまた、*Sieboldius japonicus* のように、一方だけにしかいなくて、単位形態のある部分の特徴種となっているものもある。たとえば、*Uenoa tokunagai*, *Diplectrona* sp. のごとである。*Phylorus vividis*, *Stactobia* sp., *Heptagyia nipponica* 等湿潤区の動物が不共通種であるのは、市原には、この部分がないのだから当然のことであろう。

以上、われわれは上流地区（溪流地区）と中流地区との動物について比較したが、これらの動物が、それぞれの川の地区の動物群を形づくっているのである。両地区にわたってすんでいるものと、各地区のみにすむものがあつた。各地区のみにすんでいる動物、*Uenoa tokunagai*, *Diplectrona* sp., *Epeorus aesculus*, *Simulium* (*Prosimulium*) sp., *Ephemera japonica*, *Ephemerella trispina* 等（以上安造谷）、*Epeorus ikanonis*, *Simulium* (sp. 2), *Simulium* (sp. 3), *Sieboldius japonicus* 等（以上市原）、両地区に共通にすんではいるが、一方特に多数すんでいる動物、たとえば *Simulium* (sp. 1) が両地区の動物群および両地区の特徴種となるわけである。このうちでも、両地区で入れかわりになっているように思われたもの、*Ephemera japonica* と *Ephemera strigata*, *Epeorus aesculus* と *Epeorus ikanonis*, *Ephemerella trispina* と *Ephemerella basalis* 等が、もし本当にそうであるならば、生態学上最も意義ある特徴種となるのである。

話の都合上、ここで、中流地区から下流地区へうつってゆけば水棲昆虫相はどうか、について述べなければならぬけれども、紙数の関係上ごく大略を述べるにとどめる。

下流地区では、上・中流地区と昆虫相の構成がちがってくる。ことに目立つのは、池や沼・湖等にすむ止水棲の種類が次第に増してくることである。すなわち、双翅目では、泥で管状の巣をつくる *Chironomus dorsalis* が多数すむよ

うになってくるし、カゲロウでは *Ephemera lineata* が *Ephemera strigata* に代って現われてくる。トビケラでは *Limnophilurus* sp., *Nothopsyche* sp., *Molanna falcata* 等がでてくるし、止水棲甲虫なども、広大になった淵の部分にすむようになる。早瀬の動物群は、ごくわずかではあるが認められる。しかし、これを構成する種類は上流、中流地区とは非常にちがっている。といっても、下流区の瀬だけにすむ種類があるというのではない。中流区から下流区へうつって行くにしたがって、*Bibiocephala* sp., *Baëtiella japonica*, *Epeorus uenoi* 等の早瀬の専任種はおらなくなり、*Glossosoma* sp., 1 (*boltoni*?) *Hydropsyche* sp., *Baëtis thermicus* 等の早瀬の偏在種、次いで中流の平瀬にすむ種類、たとえば *Hydropsychodes* sp. が早瀬の動物となってくる。ますます下流になって早瀬の流速がある程度以下になると、今度は上流、中流地区で淵の動物群をつくる種類のうち、石についている種類、たとえば *Ecdyonurus yoshidae* が早瀬の動物となる。こうなった時の早瀬はもはや早瀬の名をつけるべきものではないものだろう。

下流地区の昆虫群は、中流地区と止水の昆虫群の混合であり、ここに特有なものはない。止水と流水との中間状態であると一般的にいえる。ところがわれわれが、上・中流地区で、早瀬の専在種とした *Simulium* 属には、下流地区だけにすむ種類がある。それは *Simulium (Eusimulium) equinum* という種類で川底一面に水藻が繁っているようなところにもすんでいる。といってどこにでもいるのではない。川の彎曲する部分ではどうしても流速が大きくなるが、そんな部分の水藻や岸から水中にたれ下った草の葉などにくっついている。そして、流速がある値以下になると、もうどこにもすまなくなるのである。

さて、川の単位形態をさらに細かく区分する時、われわれは主として流速、川底の状態によって行なったのである。上流区・中流区の早瀬は流速が大で、その川底は砂はあるにはあるが、大部分は石や小石であった。淵は流速がきわめて小さい部分で、川底の大部分は泥ないし細かい砂で、ごく少数の石や小石が散在していた。早瀬と淵とは、流速からいうと最大と最小、川底の状態からいうと石と泥というちょうど両極端の状態なのである。このような早瀬と淵とを結ぶ

地帯は、流速・川底の状態からいえば、中間状態の部分といわるべきであるのだが、上流地区では著しくなかったが、中流地区では広く発達している。これをわれわれは平瀬とよんだのである。

昆虫群は、こうした状態の淵から早瀬を単位としてくりかえされるのだが、さらに単位形態内ではその構成部分内に多少ともは偏在し、各部分の昆虫群を形づくっているのである。

下流になるにつれて、早瀬の流速の値は次第に小さくなり、その川底の状態も次第に淵の状態へとうつってゆく。それにつれて、中流地区での早瀬の昆虫のうち、専在種——偏在種——平瀬の昆虫の順で、下流地区の早瀬の昆虫となってゆくのである。ある流速以下になると、流速というものは、もはや昆虫群形成上に力をなくし、単位形態内における昆虫の分布を決定するものは、川底の状態のみになる。こうなった時の川の構成単位形態の構造は、中流・上流地区の淵にわずかではあるが、あった石の部分と細砂や泥の部分とが、空間的に分離し線状に配置されてできた状態なのである。そして、この状態が線状的配置ではなく、平面的に配置されるようになれば、それはもう、湖や池でみられる石と泥との地帯の違いになってきてしまうのである。

われわれは、一番はじめに、水が流れているかないかで止水と流水との2つに区別した。そして川の形態のところでは、早瀬と淵と両者の移行部分（平瀬）の3つを認めた。早瀬の状態はいうまでもなく「流れる水」の状態であり、川底に石のある部分である。淵の状態は、止水的というべき状態であり、川底が泥の部分である。淵は川の全流程を通じて認められるものであったから、「流れる水」を根本的性格とする川にも、止水的状態が淵という形で、その始まりから終りまでであることになる。そして、その淵をたどって止水棲動物が下流から上流まで、川の全流程におよんでいるのである。

### (3)

われわれは、川は「早瀬から淵」なる単位形態が縦に連ってできていることを知った。この川の構造単位「早瀬から淵」を単位として昆虫群が完結されており、川の構成単位ごとに一定の昆虫群がくりかえされることを知った。そし

て、おおまかにいえば、このような昆虫群は、川の地区によって構成種類を異にしていたのである。

このような昆虫群を形づくる各種は、構成単位内にでたらめに位置しているのではなく、種類によって一定の占位を示しているが、しかし、構成単位内にまんべんなく占位しているのではなく、構成単位を形づくる部分の早瀬・平瀬（これは認められない場合もある）・淵に多少とも偏在していて、昆虫全体として早瀬・平瀬・淵の昆虫群をつくっていることも知った。構成単位を単位として完結される一定の昆虫群は、構成単位内でさらに群をつくって「棲み分け」しているともいえるのである。

さて、今一度、図9なり図11をみると、かように構成単位の各部分に棲み分け的に配置されている昆虫群も、各部分内では全く混りあってすんでおり、ことに早瀬では、その状態がはなはだしいように思われてくる。そこで、われわれは、同一部分にすんでいる昆虫の間の関係をみることにしよう。生態学の用語でいえば、微棲息場所の問題である。

淵の昆虫群については、前に泥や細砂の地帯と石の地帯とですむ昆虫がちがっていると述べておいた。前者は *Ephemera strigata*, *Ephemera japonica*, *Sieboldius japonicus*, *Gomphus hakiensis* 等で泥や細砂の中にもぐりこんでいる。後者は、*Ecdyonurus yoshidae*, *Ec. kibunensis* 等で石面上にくっついて生活しているのである。

早瀬の昆虫の微棲息場所——早瀬には砂はあるにはあるが、ほんの少いで大部分は大きい石が重なりあって石と石との間に隙間がある、いわゆる「浮き石」の状態をつくっているのであった。早瀬の昆虫はこのような状態の石をめぐるいろいろな微棲息所を得ているのである。早瀬の昆虫を大別すると、石や小石の間の隙間にすむものと、石面上にすむものとに分れる。前者としては、*Protohermes grandis*, *Perla* 属の種類等、*Ephemerella basalis*, *Eph. trispina*, *Stenopsyche* sp. もこれに加えてよかろう。そして、これら以外はすべて後者に属する。

石と石との間にすむものには、昆虫以外にヨシノボリ・カジカ等の魚がある

が、これらは文字通り石と石との間にすんでいるものだが、昆虫の場合は、正確にいうと、石面上にすむものと石の間にすむものとの中間状態である。われわれが採集を行なう場合、石面上にすむものは石を水中からとりあげる時、石面から離れて落ちることはまずないが、ヨシノボリ・カジカは石について上ってくることは全然ない。ところが *Perla*, *Protohermes* 等は、石面についたまま上にあがってくるけれども、すぐに石から離れてばさりと落ちてしまう。魚は、いつも腹を下にして石と石との間に位置していて、石の裏面に腹をくっつけてぶらさがっていることはないが、これらの昆虫は石の隙間で生活しているといっても、石の裏でも側面でも、石面に腹部を接してくっついていることができるのである。魚のうちでも、ヨシノボリは、吸盤状になっている腹鰭を利用してこれらの昆虫に似たことをするといわれているが、せいぜい石の緩傾斜の側面にくっつくことができる程度である。それはそれとして、前にあげた昆虫は石の間の隙間が生活上必要である。そして、そんな隙間がないところ、たとえば平瀬にはほとんどすんでいないのである。

*Stenopsyche griseipennis* も生活上、石の間の隙間が必要なのだが、他のものとちょっと様子がちがっている。この虫は、石と石の間に小石を材料として巣をつくり、その中で生活しているものである。

早瀬の石を精しくしらべてみると、もちろんその程度にはいろいろあるが、表面に凹凸や割目があって、ごつごつしている石と、なめらかな表面の石とがある。そういう点に注意してみると、昆虫には、①滑らかな石面についているもの、②ごつごつしている石面の凹んだところや割目のところについているもの、③面の凹凸にあまり左右されないもの、に分れている。

カゲロウの *Epeorus*, *Rithrogena*, *Ecdyonurus* 属、トビケラの *Glossosoma* 属等は滑らかな面がなければならない。ことに、*Epeorus* 属のものは、滑らかな面が相当広くなければいけないようだ。ハエの仲間の *Bibiocephala*, *Parablepharocera*, *Philorus* 属も滑らかな面を必要とする方であるが、広さはあまり広くなくてもよいらしい。カワゲラの *Perla*, カゲロウの *Ephemerella*, マゴタロウムシ (*Protohermes grandis*) 等も滑らかな面をこのむようである。



トビケラの *Hydropsyche*, *Hydropsychodes*, *Diplectrona* 属等は、石に凹みや割目がないと生活にこまる。 *Rhyacophila*, *Atherix*, *Anthoca*, *Elmis* 等も凹凸のある面を必要とするようである。

ところが、ブユの *Simulium* 属は、石面の状態に左右されることは少いようだ。相当凹凸のある石でも、滑らかな石でもよいのであるが、といってどこにでもつくものではなく、はげしく1方向へと流れる水をまっこうに受ける部分に位置しているのである。カゲロウの *Baëtiella japonica* にもこの傾向があるとは思われるが、 *Simulium* より滑らかな面をより多く必要とするらしい。これらよりも、その程度はうんとおちるが、カゲロウの *Baëtis thermicus* もこの部類に入れてよいものであろう。

かく溪流における昆虫の棲息は、石面の状態に非常に左右されるものから、そんなに影響をうけないものまでいろいろの程度があり、1つ1つの種類について影響をうける程度を決定するのは、相当困難であるけれども、石面上にすむものは位置を占める際、とにかく石面の凹凸の状態に左右されるのである。これと石の間にすむか、石面上にすむか等の微棲息場所の相違が、一種の「棲み分け」状態を生ぜしめ、同一地点にすむ種類間を調整しているのである。

以上述べたことをひとまとめにすると、棲み場所からして、水棲昆虫を、まず川底が泥または細砂の部分を選ぶものと、石の部分を選ぶものに大別できる。前者に属するものは、その中にもぐりこんでいるのである。後者はさらに、石面上について生活するものと、石と石の間で生活するものとに分けられる。石面上で生活するものは、さらに滑らかな面を選ぶもの、凹凸のはげしい石の凹みや割目をこのむもの、石面の状態にあまり左右されないものに分けられたのである。

以上にもう1つ加うべきものがある。それは、表面があまりふわふわした状態の泥ではいけないが、砂まじりの泥や砂地、それに石ころがまじっていてもよいが、大きい石がごろごろしているようなところではいけない。こういう状態は淵尻から平瀬にかけてあるのだが、そこの川底に静かにとまっているが、ときどき底から少しはなれて、すうと泳いで前進し、次にはまた川底に静かに

とどまるカゲロウの *Ameletus* 属がある。 *Baëtis* 属のある種類や、今まで1度も名前をあげなかったが、 *Cloëon* もこれに似た行動をする。これも、新しく名前のでるカゲロウだが、 *Siphonurus* 属のものは、 *Ameletus* 属のものと同じ泳ぎ方をするが、そのすむ場所は、川底の材料がもっと細かな泥や砂の部分である。また、今まで紹介していない虫の *Isonychia* も同じような動作をするが、これは、どちらかといえば、少し石がごろごろしていて、流速も大きい部分にもおり、そんなところの方をこのむようである。

*Achelochirus vittatus* も *Ameletus* と同じような状態のところにいるものだが、川底すれすれを泳いだり、石ころの影にひそんでいたりする。しかし、泳ぎ方は *Ameletus* とはちがいが、普通の水棲甲虫に似ていて、ふらふらと泳ぐものである。

以上述べたように、各種昆虫は、それぞれこのむ微棲息場所をもっているのであるが、同じ微棲息場所をこのむ種類がいくつかあったのである。たとえば *Epeorus* に属する種類として、 *uenoi*, *ikanonis*, *aesculus*, *latifolium*, *curvatus*, *hiemalis* があるが、みな滑らかな石面をこのむものである。このような種類間の空間占拠関係はどうなっているのだろうか。

#### (4)

これについて述べる前に、今までに折りにふれて少しは述べたけれども、われわれが取りあつかってきた昆虫の体形・運動方法等をここでひとまとめに述べる必要がある。

滑らかで平たい石面にくっつく場合、石に接する部分が、丸くころころしているよりも、平らになっている方がしっくりするだろうと常識的にも考えられる。まして、流れが急な場合にはなおそうであろう。この場合、石面に接する身体の下面が平たくなっている上に、身体の上面もできるだけ平らに滑らかになっていれば一番都合がよいだろう。そんなに平たくななくてもその輪郭が、いわゆる流線形になっておればそれでもよいだろう。同じく石面につくものでも、身体全体が、いわゆる紡錘形になっており、身体のどこか1点で身体を支えて水中に自由にひらめいていてもよいはずである。水中を自由に泳

ぐものでは、これまた身体全体が紡錘形になっていれば、好都合なことはいうまでもないだろう。学問上では、前者のような形を接触流線型とよび、後者を完流線型とよんでいる。また流速に抗うためには、大きいよりも小さい方がよいことも、身体が軽いよりも重たい方がよいことも、また、脚の爪なり、特殊な仕掛けで石面上にしがみつぐ方法も考えられるのである。

以上をまえおきにして、流水棲昆虫の体制をみると、大体次のように区分できはしないかと思われる。

A. 身体は扁平ないし接触流線形

1. 3対の脚は頑丈である (*Perla*, *Ephemerella basalis*, *Ephemerella trispina*).
2. 脚が權状になっている (*Achelochirus vittatus*).
3. 身体は接触流線型であり,
  - ① 3対の脚ともども接触流線形になっている (*Epeorus*, *Ecdyonurus*, *Rithrogena*, *Cinygma*, *Heptagenia*).
  - ② 脚というものが認められないが、腹面に吸着器官がある (*Bibiocephala*, *Philorus*, *Parablepharocera*).
  - ③ 外骨格が側方に広くのびて接触流線型となっている。身体の主要部分はその下にひそんでいる (*Mataeopsephenus*).

B. 身体は円筒形である。

1. 身体は裸である。
  - ① 身体は完流線型に近いが、脚はやや頑丈であり、身体は柔軟である (*Rhyacophila*).
  - ② 身体は完流線型に近く、權状器官をそなえている。3対の脚は貧弱である (*Ameletus*, *Isonychia*, *Siphonurus*, *Baëtis* のあるもの).
  - ③ 身体は完流線型。
    - (イ) 身体の後端に吸着器官がある、3対の脚はない (*Simulium*).
    - (ロ) 3対の脚は細いが、よく発達している (*Baëtiella japonica*).
    - (ハ) 3対の脚も吸着器もない (*Eriocera*).

## 2. 身体は巣の中に入っている。

## ① 巣は固定式。

(イ) 網を張る (*Hydropsyche*, *Hydropsychodes*, *Diplectrona*).(ロ) 接触流線型の巣 (*Anthoca*).(ハ) 完流線型の巣 (*Limnocentropus*).

## ② 巣は持ち運び式である。

(イ) 巣は接触流線型 (*Glossosoma*).(ロ) 巣は完流線型 (*Uenoa tokunagai*).

これらの説明かたがた、体形と微棲息場所との関係を明らかにするために、各微棲息場所別に述べることにする。

平滑な石面につく昆虫の体形——*Epeorus* 属の昆虫の身体は、背腹に扁平になっている。背面は、概して凹凸がなく滑らかで、頭から胸・腹、長く後方にのびている尾までが一体となって流線形をつくっている。腹面は平らで石面にぴったりと接している。3対の脚も、のきのきとではばってはいず3対がきれいに揃って体の両側にならび、身体と一緒に流線形を形づくっている。腹部の側面に円形のもの数対ならんでいる。これは呼吸器官の鰓であるが、これも身体の流線形輪郭の一部を形づくっている。すなわち身体全体が接触流線型になっているのである。*Ecdyonurus* 属もこれと同じ体形である。*Rithrogena*, *Cinygma*, *Heptagenia* 属も同じだが、*Epeorus*, *Ecdyonurus* に比べると、背腹の高さがやや高く左右の幅がやや狭いようである。もっとも *Epeorus* 属の内でも *aesculus* などではこの傾向が認められる。以上の属はすべてカゲロウのヒラタカゲロウ科に所属していて、ほとんど同様な体形を示しているわけなのだが、1つちがっている点がある。*Epeorus uenoi* の腹面をみると、腹の側面についている鰓のうちの第1対が蚕豆形に大きくなり、腹面へのびてきて左右が相接しているのがみられる。そしてこのものは他の鰓ともども石面に接する場合、筋肉の助けをかりて、これと石面との間に真空状態をつくりだし、ぴったりと石面にすいつく——一種の吸着器官の役目をやる——ものだといわれているのであるが、どの種類でもそうなのではない。*Ecdyonurus*, *Cinygma*,

*Heptagenia*では、どの種類もこうなっていない。*Rithrogena*, *Epeorus*ではこの状態がみられるが、*Epeorus*のうちでも、*ikanonis*, *curvatulus*, *latifolium*ではこうなっていない、*aesculus*では拡大のいろいろの程度の個体が見られ、中には全然拡大していないものもある。*uenoi*, *hiemalis*では、はっきりとこれがみられるのである。

同じく滑らかな石面をこのむ昆虫でも *Bibiocephala*, *Parablepharocera*, *Philorus* 等双翅目のアミカ科の属の幼虫は、大分様子がちがっている。これらはちょっとみたところでは、どこが頭やら胸やら腹やらわからないし、体の側面にはちょっとした突起物があるけれども、全体としては凹凸のない滑らかな接触流線形を呈している。しかし、*Philorus*属のうちには、体表面に疣状や棘状の突起物があるものが多く、ことに *Philorus kibunensis* ははなはだしくて、体表面は棘だらけといった感じがする。これはこれとして、アミカ科昆虫の幼虫の体の裏面をみると、その中央に6個の蛸の吸盤のようなものが並んでいる。そして、その周りを細かい鉤が輪状にとりまいている。これは蛸の場合と同じく吸着器官である。アミカ科の昆虫は、身体が接触流線型となって、流れに抗して滑らかな石面上にくっついてると同時に、吸盤と鉤とでさらにしっかりと身体を保っているわけである。このものはまた、運動器官でもある。身体を伸縮するとともに6個の吸盤をすいつけたり、はなしたりして、しずしずと前方へ動いてゆく。しかし急速に移動することもある。この場合は、身体の前後を交互に動かすのだが、移動の方向は、斜め前方か側方の場合が多い。

アミカ科にはほかに *Blepharocera*, *Neohapalothrix* 等の属があるが、すべてこの体形である。

われわれが記述の材料としている調査では採集されていないが、同じく滑らかな石面をこのむアミカ科によく似たアミカモドキ科 (*Deuterophlebitidae*) がある。これは珍奇な昆虫とされており、現在、印度・カシミヤ・アルタイ・北米のエローストン公園・トルキスタン・および日本(本州・朝鮮)等で知られており、属は *Deuterophlebia* 一つ、種類は *mirabilis* Edwards, *nipponica* Kitakami, *tyosenensis* Kitakami の3種であるが、わが国ではいたるところ

の溪流地区にすんでおり、京都付近でもたやすく採集できるのである。この幼虫は非常に小さくて、成熟したもので4~5mm前後にすぎないが、体形は背腹に扁平である。そして腹部の両側は延びて7つのローブとなっていて、その先端にアミカ科幼虫のと同じような吸盤がある。これも吸着器官であると同時に運動器官である。そして身体を左右に動かして、よろめくように前進する。移動の様子はアミカ科の場合は、なんとなくぎこちない感じがするが、このものでは滑らかである。

総じて、トビケラの幼虫の身体は、円筒形であり、しかも少数のものをのぞいては、ほとんど全部が流線形とはいえない輪郭を示している。そして、頭部はもちろん、胸部も大体相当固い外骨格で蔽われているが、腹部はほとんどむきだしで、非常に軟かいものである。これらの幼虫はいろいろの物を材料として巣をつくり、その中に入っているのだが、巣の形が接触流線形のもの、完流線形のもの、その他いろいろあり、また固定式のもの、持ちはこび式のものと2種類がある。

滑らかな石面をこのむ *Glossosoma* sp. 1 (*boltoni*?) は荒い砂を材料として、持ちはこび式で、接触流線型の巣をつくる。すなわち巣は前後に長い楕円形で上面はちょうど饅頭形に丸味を帯びており、下面は扁平になっている下面の前後に小さい穴があいていて、前の穴からは頭と脚とがでていいる。虫はこの脚をつかって巣をせおったまま、石面上をじわりじわりと歩く。頭も脚も身体全体を巣の中に入れてしまうこともできる。ちょうど亀が甲らの中にひっこんでしまうのに似ている。もう1種の *Glossosoma* sp. 2 も同じような巣をつくる。しかし前種に比べると、材料につかう砂粒は大分小さく、時には細かい砂のみがつかわれていることもある。砂のつづり方も相当荒くて粒と粒との間に隙間ができていいる。その上、巣の上面の前後に、1つずつ相当大きい穴があいていいる。時には、その穴の周囲が短い煙突状につきでていることもある。こういう構造から予想されることだが、前種の巣の重さよりも、はるかに軽いことは、後にのべる両種の空間占拠の様子に関連して、注目すべきことなのである。

石の割目や凹みを必要とする昆虫——トビケラの *Hydropsyche*, *Hydropsy-*

*chodes*, *Diplectrona* は、大体長円筒形であるが、身体の後端がちょうど海老の尾のように内側にまがっていて、流線形とはいえない体形である。これらの幼虫は、石の割目や凹みを足場に利用して、木の皮・枝・草の破片等や小石を材料にして固定式の巣をつくる。巣の入口には、自分の分泌物でつくった網を水流の方向に対して斜めに張っている。幼虫はこの巣の中で、腹部を上にして、ちょうど網の部分に頭がくるように位置している。

*Rhyacophila* は裸のまま生活するトビケラであるが、その身体は、下面が少し平らぎみになっているものもあるが、大体長円筒形であり、前方と後方がやや細まって、完流線形的輪郭になっている。身体は非常に柔軟である。そして相当大きくしっかりした脚をつかって、凹みから凹みへと移動してゆく。

双翅目の *Anthoca* 幼虫の身体も円筒形である。そして身体の大きさに適当した凹みの中に入りこみ、その上に、自分の分泌物でつくった蔽いをかぶっている。蔽いは滑らかで平たく、その前後には口が開いている。鞘翅目 *Elmis* の幼虫も長円筒形の小さい身体で、裸かで凹みの中に入りこんでいる。昆虫ではないが、水ダニもやはり裸で凹みや割みの中に入りこんでいるが、これは背腹に扁平である。

石面の凹凸の状態にあまり左右されず、水を直接うける部分に位置するもの——双翅目ブユ科 *Simulium* の身体は円筒形であるが、後方がやや脹らみ、前方へ次第に細まるが、頭のところでまたちょっと脹らまっている。頭の両側に開閉自在の扇形の突起（食扇という）、胸部の下面に前脚、身体の後端部の上側に肛門鰓があるほかには突起物はなく、体表面は滑らかで、まず完流線形といえる体形である。そして、身体の後端に吸着器があり、虫はこれによってほどよい場所に強くくっついており、身体は水中に自由にひらめいているのである。口からだす分泌物の助けをかり、前脚（この先端に鉤の輪がある）と吸着器をつかって、尺取虫のように移動する。また、口からだす分泌物が糸状となる。これをつかって蜘蛛がやるような方法で移動することもある。

カゲロウの *Baëtiella japonica* の体の下面はやや扁平になっているが、頭から2本の尾までがまず完流線形になっている。細いけれども丈夫そうな脚をし

っかりと左右にひらいて好む場所に位置している。この際、身体はぴったりと石面についてはいない。それかといって全く水中に浮んでいるのではない。まず水中に浮びぎみというべき完流線形の身体を3対の脚で支えているのである。

カゲロウの *Baëtis thermicus* は、*Baëtiella japonica* とほとんど同様な体形であるが、3対の脚が *Baëtiella japonica* ほど、しっかりしていないようだ。*Baëtiella*の尾は2本で、毛が生えていないが、*Baëtis thermicus*では3本あり、毛が生えている。しかし、真中のものは他の2本に比べると非常に短い（これらは後で述べる「泳ぎ型」のカゲロウの尾の状態と比較さるべきことである）。そして身体が水中に浮んでいるというよりも、石面に接しているというべき状態で石面上に位置している。*Baëtielle* はもっぱら歩いて移動するが、*Baëtis thermicus* は脚でも歩くが、次に述べる *Ameletus* のように泳ぐ場合もある。

トビケラの *Uenoa tokunagai* もほかのトビケラと同じく、円筒形ではあるが流線形とはいえない体形をしている。しかし、やや弓形にまがった完流線形の持ちはこび式の巣の中に入っていて、一方の口から脚をだし、それで石面にしっかりとくっつき、身体は巣ごと水中になびいているのである。

石の間で生活する昆虫——まず最初に気をつくことは、石面につくもの比べて著しく大形なことである。第2には3対の脚が陸上を匍いまわる昆虫のように、左右にでばっていて、大きく頑丈であることである。第3には大体、背部に扁平であったり(*Perla*)、接触流線形というべき体形である(*Epiophlebia*) が、*Ephemerella trispina*, *basalis*等のように突起があったり、凹凸したりしていて、滑らかとはいえないものも相当あることである。

以上あげた種類は、外骨格が非常に固いのがまた1つの特徴だが、しかしまた、マゴタロウムシ(*Protohermes grandis*)のように身体が非常に柔軟なものもある。そしてこの虫の身体は非常に扁平である。しかし表面は滑らかとはいえない。

以上の昆虫は、石面をつたいながら、石と石との隙間をぬって歩きまわっているのであるが、移動速度は*Perla*が一番速く、*Protohermes*, *Epiophlebia*等がこれに次ぎ、*Ephemerella* は非常にのろのろした不細工な歩きかたをする。



*Perla* は、*Epeorus* によほど似た方法で移動するようである。同じく石の間で生活するものだが、以上述べたものとはだいぶ変っているトビケラの *Stenopsyche* がある。これはトビケラの共通体形である円筒形の虫であるが、非常に丈が長く、頭が嘴状にのびている。身体の後方は少し内側にまがっている。この昆虫は大きい石と石との隙間に大粒の砂をつかって、固定式の粗い巣をつくり、その中に入っている。そして入口に、*Hydropsyche* と同様に自分の分泌物で網を張っているのである。

あまり凹凸していない川底に静止しており、泳いで移動する昆虫——カゲロウの *Ameletus* はその腹面が少し平らになっているが、頭から3本の尾にかけてまず美しい完流線形を呈している。3本の尾は太くて長短はなく、長い毛が緻密にはえている。脚は *Baëtiella japonica* はもちろん、*Baëtis thermicus* よりも、なんだか身体にくらべて弱々しく、脚として不恰好である。そしてまた、腹部が他の部分にくらべて長いので、3対の脚が、えらく身体の前の方についているようで、身体全体としても不恰好にみえる。彼らが川底に静止している場合、これで身体を軽く支えていさえすればよいのだろう。*Isonychia*, *Siphonurus* は *Ameletus* と同様な形態である。前者では前脚が大きくなり、その内側に長い毛が1列に並んでいるのが目につく。*Baëtis* は以上の昆虫に比べるとはるかに小形ではあるが、体の輪郭は同様にやや腹面が平たくなった完流線形である。尾の様子は同様な種類もある。といっても、*Baëtis* 属全体がこんな尾をもっているわけではない。前にのべたように *thermicus* では中央の1本が非常に短くなっており、3本の尾に生えている毛も短く疎らになっている。そうして、*Ameletus* の尾のような尾と *thermicus* の尾との中間状態の尾をもっている種類もあるのである。

これら昆虫の長い毛が密生している尾は、彼らが移動する時に櫂の役目をするものといわれている。水棲甲虫のような泳ぎ方をする *Achelochirus vittatus* の身体は、上からみるとほとんど円形であるが、横からみると背腹に扁平である。そして、後脚は身体の後方へ長くのびており、幅も広く扁平になっている上に、内側に毛が並列していて、全体として櫂状になっている。

泥や砂の中にもぐる昆虫の体形——*Ephemera* の身体は長めの円筒形であるが、鰓は振れあがって、腹の上側をおおうているし、身体他の部分も、でこぼこして、滑らかとはどうしてもいえない。その上に3対の脚は頑丈で左右にでばっている。ことに、前脚は縦に扁平になっていて、土鼠の前肢を思わせる。流水中のオケラというべきである。トンボの *Sieboldius* の腹部は、頭・胸部に比較して非常に大きく、上からみると円形だが、背腹は煎餅のように扁平になっている。3対の肢は細く長く左右にでばっている。

*Gomphus hakiensis* は、普通のトンボの幼虫をもう少しひきしめたといったふうの体形である。泥や砂の中にもぐるといっても、*Ephemera* は相当深くもぐりこむようだが、*Sieboldius* は扁平な身体がやっと隠れる程度にすぎないようだ。*Gomphus hakiensis* は *Ephemera* ほどはもぐりこまないようである。

以上述べたところから、分類学的所属(目)を異にしている種々の昆虫が、それぞれの微棲息場所に応じて同様な体制をそなえていること、その体制がそれぞれの微棲息場所の条件によく適合していることに気づかれたことと思う。

体制が同様であるといったが、しかし、仔細に比べてみると、同じであるというよりも、それぞれが異なっているという方がよいとも思われてくる。そうかといって全く異なっているのではなし、お互いが似ている。異なっていると同時に、似ているといわなければならないのである。似ているといい、異なっているといっても、その間にいろいろの程度があることに気がつく。そして、われわれは、その類似と相違の程度によって、大小の群に類別することができるのである。そして、それぞれの群は、分類学的単位——亜属・属・いくつかの属・亜科・科——に照応しているように思われる。といっても、どれでも、同じ程度に分類学的単位に照応しているのではなく、分類学的所属によって照応の仕方がことなっている。たとえば、カゲロウのヒラタカゲロウ科はすべて脚ともどもに形づけられる接触流線形であるが、細かくみると *Epeorus-Ecdyonurus* 形、*Rithrogena-Cinygma* 形に分けられる。さらに *Epeorus* 属は、第1腹鰓が拡大している群と、していない群に分けられる。双翅目のブユ科は身体の後部でくっつき、自由に水中にゆらめく完流線型であるが、すべ

ての種類がほとんど全く同様な形をしていて、さらに細かく分けることはできない。トビケラのナガレトビケラ科に属する昆虫は、すべてが同じ体制をしていない。これでは、亜科が単位になっているようであって、亜科 Rhyacophilineae に属している昆虫は、すべて身体は完流線形に近く、それにやや頑丈な脚がついている。亜科, Glossosomatinae に属する昆虫は円筒形の身体であるが接触流線形の巣の中に入っているといった具合である。

目を単位にして体形をみても、たとえば蜉蝣目や双翅目では体形分化がはなはだしく、あらゆる形のものがあり、あらゆる微棲息場所を占拠している。ところが、これらに比べると、襍翅目や蜻蛉目では、すべてが同じ形をしているというべき程度にしか体形が分化していない。そして、その占める微棲息場所の範囲もうんと限られている。毛翅目昆虫はほとんどあらゆる体形に分化しており、ほとんどすべての微棲息場所にわたって棲んでいるが、しかし、双翅目や蜉蝣目でみられるような砂や泥の中にもぐる種類はない。またこの目で注目すべきことは、他の目では身体そのものが微棲息場所に適合するように特殊化しており、これにも裸身のものもあるけれども (*Rhyacophila* 属), 大部分は巣の中に入っている。そして、身体そのものはどの種類も大体同じで、巣の形が接触流線形、完流線形、その他いろいろの形になっていて微棲息場所にうまく適合しているのである。

こういうふうにみてゆくと、われわれは、分類学的単位・属・亜科・科はいうまでもないが、目にさえ体形分化上ある傾向のあることを感ずるのである。しかしながら、体形類別の単位と、分類学的単位のいずれとが最もよく照応しているかといえば、それは属ではないかと思われるのである。

身体の大きさについては前に少し記したが、成熟した幼虫を目安にすると、一番大きいのはヘビトンボ (マゴタロウムシ *Protohermes grandis*) で、約60mm ある。次にはトビケラの *Stenopsyche* sp. で 45mm 前後、カワゲラの *Perla* sp. が 35mm 前後でこれに次ぐ。これらはいずれも石の間に棲んでいるものである。一番小さいものは、石面にくっついている双翅目の *Philorus* sp., *Deuterophlebia* sp. 等で、4 ないし 5mm にすぎない。読者は、付図〔初版以来

失われており、本書にはない) によって身長と微棲息場所とを比べてみられるならば、その間にある関連があることに気づかれるであろう。

ついでに、流水中に棲んでいる魚の大きさを記してみると、一番小さいのはヨシノボリで約 40 か 50mm ほどであり、流水棲昆虫の大きいものより少し小さいか同じくらいである。次に小さいのはカジカで、これは 70 か 80mm くらいにはなるようである。大きい方のものにはいくらでもあって、1 m 以上に達するものもある。

### (5)

われわれは、まず、川の形態単位が求められることをした。そして、次に、おのおのの流水棲昆虫が川の形態単位内のどのような部分に占位しているかをみた。他方、流水棲昆虫の形態をしらべた。そして、形態が占位部分(生態学上の用語では棲息場所)の性状に、多かれ少なかれ適合していることをしたのである。流水棲昆虫は、占位部分の性状に、形態変化をおこすほどにも支配されているというべきであろうか。流水棲昆虫は、その形態を変えることによって、彼らに働きかける占位部分の性状の圧力を克服し、支配から自由になっているともいえる。しかし、その形態を自由勝手なものに変えることはできなかった。占位部分の性状に応じた一定のデザインによらなければならなかった。そのデザインはきわめて合理的なものであった。われわれがその形態によって、ある昆虫の占位部分の性状を推測できる程度に、合理的形態をそなえることによって、自由を獲得したのである。一定のデザインに従った形態をそなえているといっても、すべての点がデザイン通りに仕上がってはいない。種類によって仕上げにいろいろの程度があるのである。一定のデザインといっても、ただ1つのデザインというのではない。同じ性状に対して、いくつかのデザインがある。そして、どのデザインによるか、仕上げぶりはどうかは、分類学的所属によって異なっているように思われるのである。すなわち、流水棲昆虫が形態を変える時、勝手気儘にふるまえないもう1つの束縛があった。彼らは、いわば伝統の力に縛られているのである。

このようなことがらは、精しくは読者諸氏にお考え願うことにして、とにか

く、このような形態をそなえた流水棲昆虫は、その占位部分において、どのような生活を営んでいるのであろうか。

生物の生活は、詮じつめれば、いい古された言葉ではあるが、種族保存と個体維持の営みに帰する。種族保存の営みとは生殖・哺育等の営みであり、個体維持の営みとは生活資料を獲得すること、外部から働きかけて彼らを否定しようとするものに対して自己を守ることである。

さて、流水棲昆虫の大部分は陸棲昆虫の幼虫、蛹、または若虫である。彼らはやがて成虫(カゲロウでは亜成虫)となって、流水の世界を去ってゆくものである。これらの成虫の生活は生殖の営みである。もちろん彼らは自己の生命を維持してゆくために食物をとり、外敵から自身を守ってゆく。しかし、生活の主調をなすものは生殖の営みである。カゲロウのように口器が全く退化してしまっていて、成虫時代には一片の食物もとらないものすらあるのである。

成虫は交尾が終ると産卵する。水辺の草木の上に産卵するものもあるが、大部分のものは、空中から卵塊として産みおとすもの(カワゲラ・カゲロウのあるもの等)、水中に潜りこんで川底の石や植物にうみつけるもの(ブユ、*Baetiella*等)の区別はあるが、流水中に直接産卵する。流水棲昆虫の生涯のうちの水中生活時代がここから始まるわけである。

胚子はあらかじめ卵の中に用意された栄養分をとって発育する。胚子は卵殻で保護されている上に、多くの場合、卵がさらにゼリー様物質につつまれているから、二重に保護されている。胚子発育時代は、注意ぶかい成虫の用意のうちに過ぎるのである。やがて、胚子は卵殻を、ゼリーを破って水中にでてきて——孵化して——幼虫または若虫となる。

幼虫・若虫時代は生長時代であり、ひたすら生活資料を獲得する時代、彼らの生命をおびやかす外敵から身を守る時代である。獣や鳥の幼な児や社会性昆虫の幼虫は、親やコロニーの他のものから食物をもらい、その身をまもってもらう。ところが流水棲昆虫の幼虫は、生活資料を自力によって得なければならぬ。自己を自力によって守らなければならぬ。この点からいえば、彼らは決して「幼虫」ではないのである。彼らは、どのようにしてこれらの課題を果たすので

あろうか。

生活資料を問題とする時、次の事項が考えられなければならぬ。生活資料としてどのような物を必要とするか、それをどんな方法で獲得するか——単一個体でか、多数の個体が協同してか、道具をつかうか。その道具はどのようにしてつくられるか。自然物を採取するのか。栽培とか牧畜とかいったこと——生産を行うか。獲得した生活資料をどのように処理するか。——その場かぎりで消費してしまうか。貯蔵するか。そのままの形で消費するかそれとも加工するか。自分1個体で消費するか、それとも仲間に分配するか。分配する場合にはどのようにして行われるか、等々。

読者諸氏のご承知のように、アリやミツバチのような、いわゆる「社会性昆虫」では、1つのコロニーに属する多くの個体が協同的分業のもとに巣をつくり、食物をあつめ、貯蔵し、食物の分配が行われる。なかでは一種の栽培や牧畜を行なう種類もあるといわれる。流水棲昆虫のうちには、このような昆虫は1種もない。すべてがいわゆる孤独性昆虫で、各個体が各自勝手に生活資料を求め、各自が勝手に消費する。栽培などはもちろん、貯蔵を行うものもない。

さて、次に衣の問題である。前述したように裸身のものがあり、巣をつくるものがあつた。前者では衣は問題でないけれども、後者では巣を一種の衣服とみなすこともできはすまいか。もっとも巣といっても、自分の分泌物でつくる昆虫は、その材料を食物として摂取するのであるから、巣の材料をうることに苦勞をしなくともよい。

もっともこのために特殊な食物を必要とするのかも知れない。ところが、砂・あら砂・植物の葉や枝の破片等を材料として巣をつくるものでは、これらを獲得するのが生活の営みの1つになる。衣服というべきものは、運搬式の巣であつて、巣のうちでも、*Hydropsyche* のそれのように固定式のもの、衣服というよりもすみかといった方がびったりするようにも思われる。この昆虫は巣をつくるに必要な材料を集めるのであるが、巣をつくるためにはさらに石の凹みや割目が必要である。しかし、彼らは、凹みや割目をつくりだすのではない。そこにあるところのものを利用するのである。こういうふうに微棲息所を

すみかとみるならば、どんな流水棲昆虫でもすみかはあるわけである。石の表面か、石の間か、砂の中がすみかである。しかし、平滑な石面を、凹みを彼らでつくりだすわけではない。そんな石を自身で運んでくるわけでもない。ただあるところのものを利用するにすぎない。彼らは、彼らのすみかに好適な場所を選ぶ苦勞はしても、すみかをつくりだすはたらくはしないのである。

食物になると、どの流水棲昆虫も、これを得るのに苦勞する。これが生活の営みの大部分をしめているのである。流水棲昆虫も動物であるから、無機物から自分の身体をつくりあげることはできぬ。彼らは生きた動植物を、または動植物の遺骸を食物としなければならぬ。流水中に生えている植物としては、藻類・蘚類・顕花植物であるが、このうち、もっとも繁栄しているのは藻類であって、主として珪藻・緑藻である。これらは川底の石の上にも、泥の上にも、湿潤区にも、流水中いたるところに生育しているが、石面上に最もよく繁茂しているのものであって、いわゆる石垢といわれるものがこれらである。これら藻類が、主なる植物性食物となるのである。陸棲動物の水中におちこんだものも食物となるようであるけれども、流水中にすんでいる動物、そのうちでも小形の動物（多くは昆虫であるが）が、主なる動物性食物となる。

ところで、陸棲昆虫の場合のように、水棲昆虫でも、植物性食物をとるもの（草食性）、動物性食物をとるもの（肉食性）、植物・動物の両方を食うもの（雑食性）および動物または植物の遺骸を食うもの（腐食性）の別がある。そして、草食性・肉食性・雑食性のものも、多少とも、植物または動物の遺骸も食べるようである。さて、われわれが、これまでにしばしば名前をあげてきた昆虫の食性をみても、双翅目のブユ科・アミカモドキ科・アミカ科・ユスリ科に属するすべての種類、鞘翅目のドロムシ科、毛翅目の *Glossosoma*, *Stactobia*, *Psychomyia* 等に属する種類、カゲロウでは、ヒラタカゲロウ科・フタオカゲロウ科・シロハラカゲロウ科に属するすべての種類等は草食性であり、毛翅目の *Stenopsyche*, *Hydropsyche*, *Hydropsychodes*, *Diplectrone* 等に属する種類、カゲロウの *Ephemerella* に属する小形の種類等は雑食性である。双翅目の *Atherix*, 毛翅目の *Rhyacophila*, 脈翅目の *Protohermes*, 半翅目の *Ache-*

*lochirus*, カゲロウの *Ephemerella* に属する大形の種類 *basalis*, *trispina* 等、積翅目の *Perla*, *Isogenus* 等、および蜻蛉目に属する昆虫等は肉食性である。双翅目の *Tipula* は腐食性のものらしく、カゲロウの *Ephemera* は泥を腹いっぱい食っているが、これは、泥の上に生育している藻類を泥と一緒に食べるものと思われる。

流水棲昆虫は、個体がめいめい勝手に行動してその食物を獲得し、その場かぎりで消費するものであったが、実際に食物を手に入れる方法に2通りある。1つは、食物となるものがあるところへ、自分がでかけてゆくものであり、これが多くの種類がとっている方法なのである。も1つは、自分はある場所にじっとしていて、水に運ばれて自分の近くを通りすぎる食物となるものをつかまえる方法である。この方法をとる種類は、双翅目ブユ科の幼虫、カゲロウの *Isonychia* 等（以上草食性）、毛翅目のカワトビケラ科・シマトビケラ科の昆虫（以上雑食性）等であり、前者の方法をとるものと比べれば数は少ない。これらのものは特殊の装置をもっていて、流れに抗していわば一種の網をはるものである。すなわち、ブユ科の幼虫の頭部には骨だけの扇のような食扇となづけられるものが1対ある。ブユは前述したように、身体の後端で石などの表面に付着し、身体は水中に流れにのってひらめいているのであるが、注意してみると、食扇が開いたり閉じたりしている。閉じた時には、食扇の先がちょうど口のところにくる。食扇を開いている時、その骨の間にひっかかる食物を扇をとじて口に運ぶのだといわれているのである。しかしながら、よくみると、ブユの幼虫は口を直接石の表面にあててうごかしていることもあるから、食扇だけによって食物をとらえているのでもあるまいと思われる。カゲロウの *Isonychia* 前脚には長い毛が並んでいることは前述した。この虫も、これらの毛の間にひっかかるものを食べるのだといわれている。毛翅目のシマトビケラ科の *Hydropsyche*, *Hydropsychodes*, *Diplectrona* 等の幼虫は固定式の巣をつくるが、巣の入口には、水流を受けるように網がはられている。虫は網のところに、ちょうど頭部がくるように位置していて、網にかかるものを食物とするといわれている。同じく毛翅目のヒゲナガトビケラ科の *Stenopsyche* 等の幼虫も、同様



な網をはる。

同じく網を水中にはるといっても、ブユ、*Isonychia* では網は身体の一部であるが、*Hydropsyche*、*Stenopsyche* 等では彼らが作ったもの、使用主がいなくなっても後にのこる網——一種の道具なのである。人の使う網の場合には、ほかの自然物を利用してつくるものであり、その使用主がいなくなっても、ほかの人がこれに代って使うし、商品として売買されるものである。流水棲昆虫の場合は、自分の分泌物でつくるものであり、その使用主がいなくなった場合、その網を他の個体を使うということはない。網の交換も行われぬ。まして、売買などということも行われぬ。われわれの場合の網とは本質的にことなっているのである。

ここでつけ加えて述べるべきことがある。それは、ユスリカ科の幼虫のことである。これらの幼虫の多くは固定的の巣をつくるのだが、彼らは巣の上に生育する藻類を食べるといわれている。*Spaniotoma* に属するものにはゼリー状分泌物の巣をつくるものが多い。これらの上にも藻類が生育するのであるが、*Spaniotoma suspensa* Tokunaga の巣の上には何か特殊な分泌物によるのであろうか。特によく生育するように思われる。これなどは、一種の栽培ともみなしえないであろうか。

自分が食物となるもののいるところへかけてゆくものについては、別に述べる必要もないだろう。彼らでは、身体が食物を獲得する道具なのであって、彼らの身体は、彼らの食物となるものが棲んでいる場所の性状・食物となるものの性質に適合した構造をそなえているのである。

流水棲昆虫を食性によって区別すると、食う昆虫（肉食性）と食われる昆虫（草食性）になる。食われる側のものは、彼らを捕えようとするものからのがれなければならぬ。これが彼らの生活の営みで果たすべき今1つの課題である。巣をつくり、そのうちに潜むのも1つの解決法であろう。身体の表面の突出物ができるだけでなく、しかも体表面を固くするのも（アミカモドキ科）、運動速度を大きくするのも（ヒラタカゲロウ科その他のカゲロウ）、特別な移動方法をとるのも（ブユ科）、身体を小さくして肉食昆虫のいりこめない場所へ潜りこむのも

(*Elmis*, *Spaniotoma* のある種類), 解決方法であろう。そして、草食性昆虫の多くが流速の大きい早瀬の部分に、そして石面上に占位しているのも、また、この課題の1解決方法にもなっているように思われる。後に述べるように、肉食性昆虫は肉食性であるために、ある程度まで身体が強大でなければならない。これは流水に対する抵抗を大きくすることになる。流速の大きい早瀬の石面上は彼らにとって入りこみにくい地帯になってくるからである。草食性昆虫は水流のちょっとした乱れにもきわめて鋭敏である。彼らは外敵の近づくのを水流の乱れによって、すばやく感知することができるだろう。そして、それから各種類に特有な方法で自己を防御するのである。(ブユ科の幼虫は、外敵におそわれたり、流水が急に乱れたりすると、石面上に吸着していた身体の後端をはなす。身体は水中にさっと流れることになるが、口からだす糸がのびて——この一端はいままで付着していた石面にくっついている——これが身体を水中に支える。やがて、幼虫はちょうど蜘蛛がするように糸をたぐってもとの場所にかえるのである。)

ところで、肉食性昆虫は上述したような技能をそなえた昆虫を捕えなければならない。彼らの食物となるものは、自由に運動し、捕えようとすれば逃げたり、反抗したりする昆虫なのである。それをおしきって捕えるためには、それらの上をゆく技能をそなえていなければならない。大きく、たくましい口器をもたねばならぬ。移動速度も勝らねばならぬ。そのためには頑丈な脚をもたねばならぬ。反抗をおしきるためには圧倒的体力をもたねばならぬ。つまり、彼らは強大な身体を必要とするのである。だが強大な身体は流水の強い抵抗をうける。水流をはげしく乱す。

水の抵抗を押しきり、穩密裡に彼らの食餌となるべき昆虫に近づくためには強大な身体は有利ではない。まして、彼らの食餌となる草食性昆虫が多数すんでいる早瀬に入りこむには強大な身体はきわめて不利である。解決すべき矛盾である。

われわれが前にみたように、実際肉食性昆虫は身体も大きく、脚も強大であり、口器も発達している。しかし、身体は背腹にきわめて扁平になっているものが多い。きわめて身体が柔軟なもの(*Protohermes*)もある。矛盾の1つの解

決方法である。彼らは石と石との間をぬって行動する。高速度で、しかも穩密のうちに行動しているのである。また、*Ephemerella* のように、身体が強大であり、しかも扁平でも柔軟でもなく、移動速度もきわめてのろいものもある。これらは、石の間に、石の大きい凹みにじっとしている。一種の待ちふせというべきものであろうか。毛翅目の *Rhyacophila* に属する種類は、身体はよほど小さい。そしてどちらかという扁平ではなく、円筒形というべき体形をそなえている。身体はきわめて柔軟である。双翅目の *Atherix* も同様である。これらでは、体力はよほど弱くなっているだろう。どんな昆虫でも捕えることはできないかも知れぬ。しかし、石と石の間ではなく、石の表面を歩きうる。狭い凹みの中にもいりこめる。彼らは、身体が大きい種類では捕ええない昆虫を捕食することができるのである。また、石の凹みをくぐって、気づかれぬように食餌昆虫に近づくこともできるのである。

草食性昆虫の場合は、食物となるものは、固着生活をいとむ植物である。それを捕えようとしても、なんら反抗するものではない。草食性昆虫は、食物が多く生育している場所へ行きさえすればよい。そのような場所は早瀬であった。そこは流速の大きい場所である。彼らは流速をおしきって行動しうる方法をとればよいわけである。彼らは、身体を変形するという方法を採用した。身体を小さく、そして流線形にしたのである。これは同時に彼らを捕えようとする外敵から逃れる道にも通ずる。

こういうふうに見てみると、われわれが、先に微棲息場所と結びつけてみた体形というものは、その種の営む生活の仕方を反映していることになる。このように体形に生活の内容を含ませた時、われわれは生活形という。それは、われわれ人間社会での制服ないし服装のようなものである。われわれが制服ないし服装によって、ある程度、その人の職業を知りうるように、昆虫の外形によって、その生活内容を予想することができるのである。

さて、草食性昆虫および雑食性昆虫と肉食性昆虫とを比べて今1つ目につくことは、その個体数の多少と個体数の分布の仕方における相違である。前者の個体数は個体数が多い上に、ある地点に——そこは早瀬である場合が多い——集

中しているのにくらべて、後者では、個体数も少く、均等に分布していることである。また、前者に属する各種類を比べてみると、いろいろの個体数といろいろの度合の棲息密度がみられることである。これらの点が具体的にどうなっているかは、図9、図11、ことに図16をみ直していただきたい。これらは食物となるものの性質およびそれを獲得する方法の相違に由来するものであろう。

われわれはある種類が繁栄しているかどうかをきめる場合、普通、個体数の多寡を目安にする。ちがった場所で、ちがった季節について、ある種類が繁栄しているかどうかをきめるには、また、同じ生活様式の種類について比べる場合には、これでもよいように思われるが、生活様式がはなはだしくちがっている場合、たとえば昆虫と獣とを比べる場合には、単なる個体数でよいのかと疑われてくる。繁栄とは一体どういうことなのか、量と質との関係といった問題も当然でてくるのである。それは暫くおくとして、各種類は、その個体数を増大させようと努めているのである。

個体数を多くするためには、できるだけ多数の子供を産むこと、できるだけ多数の子供が、できるだけ短期間に生殖能力のある一匹前になること、そして、できるだけ長命であること等が必要であらう。

多い個体数を持つためには、生活空間が広いほどよいはずである。単位空間のうちに、できるだけ多数の個体を容れうれば——棲息密度が大きければ大きいほど——よいはずである。このためには身体ができるだけ小さい方が、しかも固着的であればあるほどよいはずである。生活資料としてはなるべく多くあり、しかも容易に獲得できるものを選ぶ方が都合がよい。生活空間としては生活資料ができるだけ多くあり、しかも容易に獲得できる生活空間である方がよい。そして、一個体あての生活資料の量が少いことが望ましい。この点、身体が小さい方が、生長期間が短いほど有利であらうし、生活資料をより経済的に処理する方法をとることが望ましいし、エネルギーを余分に費さない方が望ましい。この点、その性状が彼らに圧力をおよぼさない生活空間、競争相手や敵がない生活空間であることが望ましい（競争相手、敵の存在は、前者は生活空間、生活資料の獲得を通じて、後者は直接、個体を死滅させる点で、個体数の多寡に影響を

与えることはいうまでもない)。

流水棲昆虫は、以上述べたような点を、どのように処置しているだろうか。

われわれは、これについては全面的・総括的には触れなかったけれども、ある事項については分散的に、しかも簡単ではあったが、すでに述べておいた。これらの記述と図9, 図11, 図16における各種類の個体数・分布範囲・棲息密度とを照し合わせてみていただきたい。

彼らが解決すべき事項には、互いに矛盾しあうものもある。一方をよくすれば、一方が不都合になる、すべての条件を最良の状態で解決することはできなかった。彼らは各種類に特有な「かねあい」でこれらの課題を解決しているのである。

以上、われわれは流水棲昆虫の生活を簡単ではあったがみてきた。そして、それによってわれわれは、生活内容からして流水棲昆虫を分類できるように思われてくる。われわれは、前に微棲息場所により、外部形態によって流水棲昆虫を分類してみた。そして、両者はほとんど一致し、分類学的分類とも関連がたった。特に分類学的単位「属」には意義を認めた。生活内容による分類も、外部形態、微棲息場所による分類とほとんど一致するようである。分類学的分類とも関連がつくようである。紙数の関係でこれについては別に述べないことにする。読者諸氏において流水棲昆虫分類表(表1)と上述した生活内容とを照し合わされたい。

この項を終るにあたって付記したいことは、流水中にすむ動物は昆虫だけではない。いろいろの魚もいる。魚の中には肉食のものもいるのである。そして流水棲昆虫は、草食性・雑食性・肉食性のいかんをとわず、すべてがこれらの魚の餌食となる。肉食性昆虫に対しては、ある程度自己防禦上有効である石でつくられた巣の中にひそむ *Glossosoma*, *Goera* も、魚は巣ごと食べてしまうのである。そしてこのような魚は肉食性昆虫よりもさらに大形であり、その個体数も少いのである。しかし、肉食性の魚のうちで一番少ないもの(ヨシノボリ)は、肉食性昆虫の最も大きいもの(*Protohermes*)とほとんど同じ大きさか少し小さい点は注目すべきである。

もう1つ注目すべきことは、流水棲昆虫では、たとえば、早瀬から淵までが棲息場所となっているといっても、1個体その間を自由に行動しているのではなく、1個体の行動範囲は、その間のある1小部分である。そういう個体の何匹かで早瀬から淵までを占拠しているのである。ところが魚になると、1個体が早瀬から淵の間をきわめて自由に馳駆するものがあるということである。早瀬から淵までの間のみではない。下流部から中流部、あるいは上流部まで、1個体の行動範囲になっているものもあるのである。

## (6)

さて、われわれが問題としていた、「同じ微棲息場所を好む種類間の空間占拠関係」にもどろう。各種類の生活について、やや具体的に知った現在のわれわれにとっては、この問題は「生活様式を等しくする種類間の空間占拠関係」と書きあらためられなければなるまい。

*Epeorus* 属には生活様式の同じ種類、*uenoi*, *hiemalis*, *aesculus*, *ikanonis*, *curvatulus*, *latifolium* があった。*aesculus*, *ikanonis*とは、すでに知っているように、上流区と中流区とに、わかれわかれにすんでいて、単位形態内で一緒になることはない。これも空間占拠関係の一つの解決方法であろう。そして、これについては、いましばらくふれないで置く。ところが、*uenoi*, *ikanonis*, *latifolium* および *uenoi*, *aesculus*, *latifolium* は組になって単位形態内にすんでいるのである。これらは、ごちゃごちゃ無秩序にとり混っているのか、それとも空間占拠上、一定の関係を結びあっているのだろうか。もう一度、図9および図11をみなおしてみよう。

図を見てもわかるように、*uenoi* と *latifolium* とは空間的にはっきりと分れてすんでおり、*ikanonis* や *aesculus* は他の種類に比べて数が多く、両種の占める部分を蔽っているが、個体の集中状態からみると、まず両種の占拠地域の中間部分に居を占めて、*uenoi*—*ikanonis*—*latifolium* および *uenoi*—*aesculus*—*latifolium* の順序に、大体梯形に3種が配置されている。すなわち、3種が全くごちゃごちゃに混りあっているというよりも、3種が空間的に棲み分けているような占拠状態が認められるのである。そして、*aesculus* と *ikanonis* とは

他の2種に比べた場合の個体数、他の2種に対する占位の状態が非常によく似ているのであって、それだからこそ、組になって同一単位形態内に現われず、一方は上流地区に、他方は中流地区と、大きく川を棲み分けているのであろう。

*Epeorus* 属の種類間に、川の地区と川の単位形態内との二種類に空間的棲みわけが行われているということが許されるとすれば、何によってかくなっているのでしょうか。各種の占位の様子をみると、流速の分布に照応しているようである。単位形態内における棲み分けは、流速がなかだちしてなりたつものではないかと思われる。すなわち、*uenoi*, *ikanonis* (または *aesculus*), *latifolium* は、すべて滑らかな石面を要求し、そのほかの生活上の要求も似ているけれども、流速に対する要求、流水に耐えうる能力は各種によってちがっている。そして、好ましい、また耐えうる流速の値は *uenoi*—<sup>*ikanonis*</sup>/<sub>*aesculus*</sub>—*latifolium* の順序で小さくなるのではなからうか。そして、各種類が場所を占める場合、相当の広さの滑らかな部分がある石が分布している範囲を、流速に対する好みや流速に耐えうる力の相違によって棲み分けるようになるのではあるまいか。

生物のどんなこのみや能力にしても、特に好きな部分や特によくできる部分は定まっているにしても、ある幅をもっているのが普通であるから、この場合でも、各種類が好む速さは、ある幅をもっているとしなければなるまい。しかもその幅は各種類によってはっきりと相違しているのではなく、一番好きな流速はちがっているにしても、ほかの部分はお互いに重なりあっているものの、各種の好みの範囲をならべてみると、全体として梯形になっているものと思われる。そして、*uenoi* と *latifolium* とのこのむ流速の大ききの範囲は、相当ははっきりと分れているのであろうが、*uenoi* と *ikanonis*, *aesculus*; *ikanonis*, *aesculus* と *latifolium* のこのむ流速範囲、ことに前の組のそれは、重なりあう範囲が広いものと思われる。これに加えて次の事情がある。生物は棲み場所として、生活に最も都合な場所を占めようとしているものであって、人間ならいざしらず、何もすきこのんで都合の悪い所を選ぶものではあるまい。だから、まず占められるのは、最も条件のよい場所であらう。個体数の少ない場合にはそれでよいが、個体数が多くなるにつれて、生活にとって都合のよい場所から、

だんだんと悪い方の場所も占められるようになるものだろう。そして、ついに生活可能地域のすべてが生物によって占めつくされてくるものだろう。生活場所占拠という場合、個体数の圧力とでもいうべきものが、働いていることになるのである。もっとも生活に都合のよい場所は互いにずれあっても、生活可能範囲が重なりあっている2種がいる場合には、重なりあっている部分は、2種の勢力のふれ合う地帯、いわば、前線地帯である。もし2種ともあまり個体数が多くない場合には、重なりあっている地帯は「無人地帯」として残される可能性がある。どちらか一方が、栄えて個体数が多くなった場合には、この「無人地帯」はその種類によって占められるにいたるであろう。ところが2種が同時に繁栄している場合には、そこには2種のまともな衝突が予想されるのである。この場合、2種類がこの地帯で至極平穩裡に混在するものであろうか。それとも、空間占拠のための一種の争いが行われ、一方が他を押しきってその地帯を占拠するものであろうか。

この場合、ちょっとした2種の状態の相違、たとえば、一方が少し早くから栄えていたか、その地帯の条件が一方の生活にとって少しでも好都合であるとかいうような機微な事情が、結果としては2種のうちのいずれかを、その地帯の占拠者とさせるのではないかと思われる。そこを、どちらの種類が占めるかは、おのおの種のもつ能力の絶対値ではなく、組になる種類間の相対値なのであろう。そのもつ能力は2種のいわば社会的関係を通じて発揮され、どちらが場所を占拠しうるかが決まるものであろう。

どんなに生活にとってよい場所があっても、それがある個体にとって認めえないはるか遠方にある時には、そこは、その個体にとってはないにも等しいものであろう。生物は生活に一番好都合な場所を占めるといっても、そこを認め、占拠の行動をしようとする空間的拡がりの制限がある。ある拡がりの空間内における最もよい場所を占拠するのである。すなわち、ある場所のもつ内容は、ある空間的拡がりの範囲内において相対的に働くのである。といってもその絶対値的内容が問題とならないというのではない。ある地域内にある生物の生存にとって必要な条件をそなえた場所がない時には、その地域内にはその生物は全然棲



むことはない。そしてこのような空間的拡がりの範囲は、生物の種類によって異なっているのである。このような事情を、棲息地の地域性とでも名づけるならば、流水の場合には、昆虫のみでなく、同じく流水中の他の動物にとって、早瀬から淵までの川の構成単位が、このような地域性をもっているように思われる。

3月の *ikanonis*, *aesculus*, *uenoi*, *latifolium* の空間占拠関係についても、前述の数の圧力、種の領域占拠性等の、社会的関係が考えられなければならない。

さて3月というと、*ikanonis*, *aesculus* が栄える季節だが、*uenoi*, *latifolium* はもう少し季節がすすまなければ栄えないのである。

*ikanonis* と *aesculus* との3月における様子は、すべての点において非常によく似ている。それだからこそ、単位形態内にもに現われることなく、一方は上流地区に、他方は中流地区というふうに分れているのであろう。滑らかな石があって、流速が大きいという条件をそなえている場所は、なにも川のある地区のある特定の単位形態にのみあるのではなく、川のいたるところの早瀬にあるものである。同じ単位形態内において、両方とも都合がわるければ、一緒にならないようにすればよい。このためには、栄える季節をちょっとずらせばよいし、川の異なった地区の早瀬を選んでよいはずである。*ikanonis* と *aesculus* とは後者の道を選んでいるのであろう。しかし、この場合にも、両種が占拠すべき早瀬をめぐって——川のどこまでの早瀬を占拠するか——両種の接触がおこっているはずである。

その具体的構造は後でのべるにしても、川の上下の地帯に種を分れて棲まさせるものは何であろうか。川の形態的性状以外に川の上下によって変っているものはいろいろとある。けれども、川水の温度は、川的全流程にわたって一様ではなく、上流から下流にゆくにつれて高くなるという事実がまず思いうかんでくるのである。しかし、まだほかにも pH 度・溶在酸素量、その他の水の化学的性質が川の上下によって変っているのだが、それらは、水温ほど重要性をもっていないと思われる。

水温が変化するのはなにも川の上下によるだけではない。同一地点でも季節によって一定の変化を示している。そこで、季節がうつりかわるにつれて、今われわれが問題としているような種類の変化はないか、季節的棲み分けはないかという問題が提出される。もしもこれが実際にみられる現象であるならば、これによって好みの同じ種類がおのおの栄えることができるのである。

さて、カゲロウには *Epeorus* 属の昆虫と同様な生活様式の属 *Ecdyonurus* があった。これに属する種類としては、今までのところわれわれが知っているのは、*yoshidae* と *kibunensis* とであったが、これらは、同一単位形態にはともにすまず、*ikanonis* と *aesculus* のように、すむ川の地区をちがえていたのである。ところで、*Ecdyonurus* 属も *Epeorus* 属も、微棲息場所の好みは同じであるから、これらの間の空間占拠関係が問題となる。*Ecdyonurus kibunensis* は図11で見られるように、*Epeorus latifolium* につづいて、さらに流速の小さい部分に占位しているようである。そしてその場所は、淵の部分にあたっている。

われわれが前にみたように、底が石でできており、流速が次第に変わる状態はなにも流心線に沿った部分にのみあるわけではない。また、川の縦への連がりの中にのみあるわけではない。川の構成単位の縦横の拡がりのうち、いたるところにみられる。だから、滑らかな石面をめぐって、われわれが一応棲み分けとみなした種類の配置状態が、川の構成単位内のいたるところでみられてよいはずである。川岸に沿った部分では、底の石の状態は早瀬から淵までほとんど同じようであるが、流速の方は次第に小さくなり、淵の川岸では流れがほとんどみとめられなくなっている。流心線に沿った部分が最も大きい流速を示しているのだが、川岸に沿った部分は最も小さい流速を示している。この点では両者が両極端にあるわけである。前述した市原での流心線に沿うての調査結果では、*Ecdyonurus yoshidae* は現われなかったけれども——季節がちがえば、ことに、この種類が栄える季節には流心線に沿った地帯にも現われてくる——川岸について調査してみると、これが現われて図13に示すように、*Epeorus ikanonis*—*Epeorus latifolium*—*Ecdyonurus yoshidae* の順序で棲み分けの空

間占拠を示していた。ここで注目すべきことは、川岸に沿った地帯には、*uenoi* がないことである。これは川岸に沿っては、*uenoi* の棲息可能範囲の流速、というよりも、*uenoi* にとって最も好適な大きさの流速がないからであろう。

この川岸と流心線に沿った部分での各種の配置状態（図9参照）を照し合せれば、川の構成単位全域内における各種の分布状態を窺い知ることができる。そして、このような分布状態を一つ一つの種類について知ることがぜひとも必要なのであるが、もっと詳しく知るためには、構成単位全域にわたって縦横にできるだけ多くの地点をとって調査すればよいわけである。図14はこのような調査にもとづいて描いた模式図である（図の黒色に塗った部分が、各種の分布区域である。*Ecdyonurus yoshidae* の図でaの印をつけてある部分は、この種が繁栄する季節

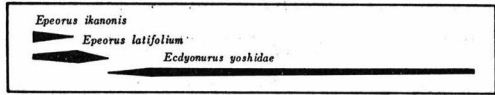


図13 川岸に沿った部分の *Epeorus*—*Ecdyonurus* の分布状態。加茂川, 市原付近。昭和14年3月中旬。

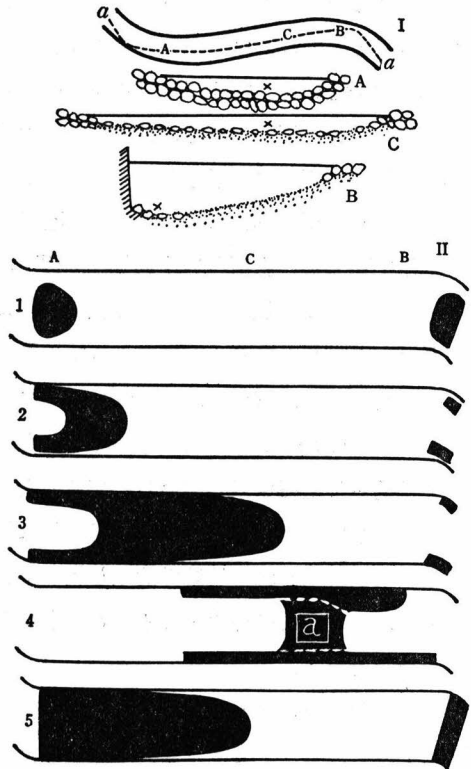


図14 I: 川の横断面図。 II: 加茂川, 市原村付近における川の構成単位内における *Epeorus*—*Ecdyonurus* 昆虫の占位状態模式図。

a-a: 流心線。×: 流心線の位置。A: 早瀬。B: 淵。C: 平瀬。1 *Epeorus uenoi* Imanishi, 2 *Ep. curvatus* Matsumura, 3 *Ep. latifolium* Ueno, 4 *Ecdyonurus yoshidae* Takahashi. 5 *Epeorus ikanonis* Imanishi

にこの部分にも現われることを示す)。各種の分布区域を重ね合せれば、川の構成単位内の縦横任意の部分における、各種類の示す配置状態を知ることができる。注意すべきことは、横への拡がりの中で、*uenoi* から *yoshidae* まで4種が全部揃ってみられる部分はないことである。

*Epeorus* 属・*Ecdyonurus* 属と同様な生活様式のもので、滑らかな石面を好むカゲロウとしては、なお *Rithrogena* 属がある。図9をみると、この属の種類と *Epeorus* 属の種類とは混在しているというべき状態だが、*Ecdyonurus* 属とは、棲み分けの関係にある。前にも述べた通り、同じく滑らかな石面を好むといっても、必要とする滑らかな面の広さも、くっつく面の位置も違っているようだ。*Epeorus* 属のものは大体石の上面にある方が多いようだが、*Rithrogena* 属のものは、上面というよりは、側面、時には裏面についていることが多い。*Ecdyonurus* 属のものは、側面や裏面についている方が多いようだが、しばしば上面にもでてくるものであって、*Ecdyonurus* 属は、この点 *Epeorus* 属にも似ているし、*Rithrogena* 属にも似ているように思われる。それだからこそ、*Ecdyonurus* 属のものが、*Epeorus latifolium*, *Rithrogena* sp. の両方と棲み分けの占位関係を示しているのであると思われる。

いずれにしても、こうした空間占拠関係は相当微妙であり、四季を通じて行った精密な調査とその統計学的取り扱いを行わなければ確言はできないものであるが、われわれは今のところ、こうも考えられるという程度の材料しかみていないのである。

トビケラの *Glossosoma* 属も滑らかな石面を好むものであるが、生活の他の面からいうと、ヒラタカゲロウ科の昆虫とは大分ちがっていることは前に述べたところである。さて、この属には市原でも安造谷でも *boltoni* と思われるものと、種名不明の種の2つがすんでいた。市原では、*boltoni* (?) の方が断然多数であって、その棲息範囲は早瀬から平瀬、時には淵にまで及んでいる。個体数は早瀬の部分に多く集中し、最大流速部分よりちょっと上手のところに特に多い。もう1つの種の個体数は非常に少く、平瀬の部分一帯に棲んでいるが、特に個体数が多いということではできないにしても、少し多い部分はある。ここ

が、もしこの種の分布の中心として認められるならば、*boltoni* (?) の方の分布の中心は、早瀬にあるのだから、一方は流速の大きい方に、他は小さい方に中心地をもって棲み分けているといえるかも知れない。安造谷では、両種とも個体数が少なくて、はっきりいえないが、2種の間に、やはり市原と同じ傾向が認められそうである。

この報告にはあげてないが、安造谷のもっと上流地帯での調査結果では、このような2種間の関係がはっきりと認められた場合もあった。この際、*boltoni* (?) の巢は緻密につくられており、目方も重いけれども、もう一方の種類は、巢をつくる材料の砂粒も小さく、つづり方も粗雑で、はるかに目方も軽いことが、2種の空間占拠の様子と思われあわさされてくるのである。

次には、同じく滑らかな石面をこのむ、アミカ科の昆虫である。市原では、*Bibiocephala* 属の2種、*Philorus* 属の1種、合計3種が棲んでいるが、3種とも個体数が少いから、確言はできないが、まず同一部分に混棲しているというべきであろう。安造谷になると、*Bibiocephala* 属が3種、*Philorus* 属が2種、これに新しい属 *Parablepharocera* に属する1種、都合6種がすんでいる。*Bibiocephala* および *Parablepharocera* に属する4種はいずれも早瀬の水の中に混棲しているが、*Philorus* の2種は、湿潤区に棲んでいる。

アミカ科一般について述べると、すべて同様な生活様式をもっているのであるが、水中に棲むか、湿潤区に棲むかで2群に分けられる。後者はすべて *Philorus* に属する種類である。といって *Philorus* に属する昆虫がすべてそうだというのではない。わが国では約10種の *Philorus* が知られているが、純粋に湿潤区にすむものは、*longirostris*, *vividis*, *alpina* の3種であり、他の種は水中棲である。しかし、水中棲とも湿潤区棲ともつかぬ中間的性格の持ち主がある。たとえば、*Philorus kibunensis* のごときである。

アミカ科の昆虫は、水中棲にせよ、湿潤区棲にせよ、組になって単位形態内にある時は、まず混棲していて——水中棲のものは早瀬の最大流速部分に——棲み分けの空間占拠を示さないのである。しかし、水中棲のものと湿潤区棲のものにわかれていることは、一種の棲み分けというべきであろう。

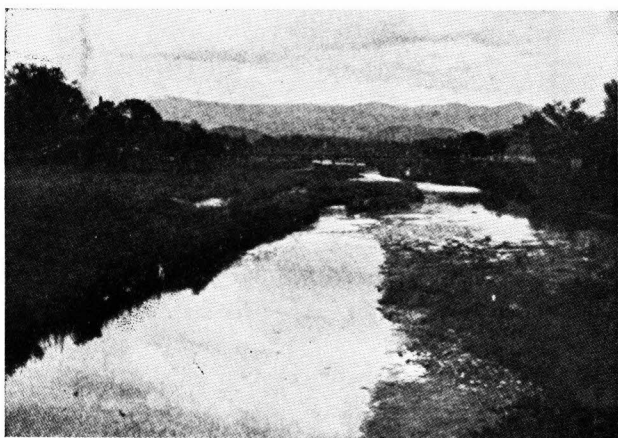
凹凸のはげしい石面をこのむ昆虫では、これの代表的なものはトビケラの *Hydropsyche* 属である。この属の分類は、成虫では大分進んでいるけれども幼虫との連絡がついていないものが多く、幼虫による種類の識別ははなはだむずかしいものである。

中流地区市原の3月に採集された幼虫をいろいろと調べてみた結果は、1種類だけと思われた。ところが、*Hydropsychodes brevilineata* という種類がいた。これは最初 *Hydropsyche* の中にいれられていたほど、*Hydropsyche* の種類に似ていて、石面上の割目や凹みに巣をはる点、網をはってそれで食物をとる点等、生活様式が同じである。この2種の占位状態を比べてみると先ほど述べた *Glossosoma* の2種と同様な関係を示している。*Hydropsyche* sp. が *Glossosoma boltoni* (?) にあたっている。すなわち、この種は、早瀬から平瀬にかけてすんでいるが、大多数の個体は、早瀬に集中しているのである。*Hydropsychodes brevilineata* も早瀬から平瀬、少し淵にもかけてすんでいるが、前種のように特に個体数が集中している地点はない。しかし、B区をみると、淵よりの部分、流速からいうと、流速の小さい方により多くすんでいるようにも思われる。他の調査結果で、相当はっきりこの傾向がみられたものがある。2種の分布の中心地は、流速からいうと、流速の大きい部分と小さい部分と、ちょうど両極端の部分にあると思われるのである。だが、2種がこういう配置になっているのは、流速のみによるというのではない。次のような事情があるからである。

*Hydropsyche* も *Hydropsychodes* も、石面の凹みや割目に巣をはってその中で生活するのであるが、この際、身体の大きさに適した大きさの割目や凹みが必要である。私は、ここしばらく紙数の関係もあって、こうなっているのだと言葉でいうだけだったが、こんどは、実例を示すことにする。模型があればよいのだが、今はそれがなくて仕方がない。そこらあたりの早瀬からなるべく同じ大きさで、しかも、裏面の凹凸がいろいろの石を選び、その上についている虫をきれいに取りさる。それを早瀬になるべく同じように流れをうけるようにならべる。そして、何日か後にその上についている虫をしらべてみる。



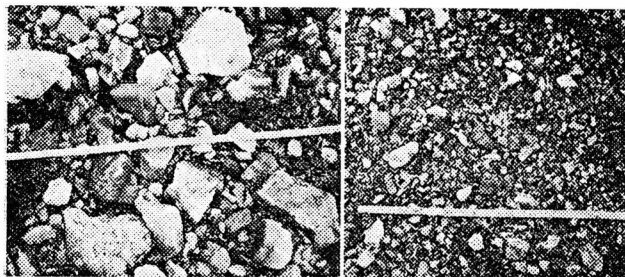
18



19

18 加茂川, 安造谷 Aa 型.

19 加茂川, 京都市街内 (丸太町橋付近) Bc-Bb 型.



a

b



c

20 石表面の状態.

a 早瀬の石. b 平瀬の石. c 石表面の凸凹のいろいろ.



表4 石について *Hydropsyche* 型昆虫の数

石	虫の大きさ	虫の大きさ				合 計
		3 mm以下	5 mm前後	7 mm前後	10mm以上	
I		12	0	0	0	12
II		0	21	1	0	22
III		22	1	0	0	23
IV			66	3	4	73
V			54	3	14	71

表4は6日後、各石についていた *Hydropsyche* 型の昆虫である。

この表と、写真20の各石面の状態とを比較するならば、凹凸のはげしい石ほど、虫が多数ついており、大小さまざまであるが、滑らかな石ほど、ついていた個体数も少いし、すべて小形な虫であることがわかる。

川底の石や小石は、水に運ばれてくる途中、互いにすれあったり、他のものにぶつかって、次第にその角がとれ、丸味をおびてきて、凹みや割目は次第に不顕著になってくる。小さい石ほどこれがはなはだしい。

ところで、早瀬の石は大きいのが、平瀬のは小石であった。従って早瀬には大小さまざまの凹みや割目が数多くあるが、平瀬には小さい凹みや割目がわずかしかないことになる(写真20cの大きい石とその下の小石、aとbとを比較されたい)。

*Hydropsyche* sp. と *Hydropsychodes brevilineata* との成熟した幼虫の大きさを比べてみると、前者は18mmから20mmにもなるが、後者はせいぜい12mm前後である。前者の方が大分大きいのだから、一人前になるまでに必要な割目や凹みも後者よりは大きくなければならぬ。

そこで、小さい凹みや割目しかない平瀬では *Hydropsyche* sp. がその全幼虫期をすごしうる可能性は *Hydropsychodes brevilineata* よりもずっと小さいことになるように思われる。両種の空間占拠関係ではこの点が考えられなければならない。

*Hydropsyche* 型昆虫は、早瀬から淵よりの平瀬にかけてすんでいるが、単位面積の個体数——棲息密度——は、早瀬から平瀬になるにつれて少く——小さく——なっている。これも、早瀬の部分では大きい石が二重にも三重にも積み

かさなっているけれども、平瀬になるにつれて石も小さくなり、その数も少くなる。しかも、1重の「はまり石」になっていることから説明できるかも知れぬ。それは *Hydropsyche* 型の昆虫が利用できる単位面積内にある凹みや割目、早瀬から平瀬になるにつれて少なくなってくるはずだからである。

安造谷では、*Hydropsychodes* はいなくなるが、同じく *Hydropsyche* 型の生活様式の *Diplectrona* sp. が現われて *Hydropsyche* sp. とともに棲んでいる。*Hydropsyche* sp. の方は、ここでも広範囲にわたって棲んでおり、最大棲息密度の部分は、最高流速よりちょっと低い部分にあるのにくらべると、*Diplectrona* sp. の方は、なにぶん個体数がきわめて少ないではっきりいえないが、棲息範囲も狭く、流速の最大部分に限られているようであって、市原での *Hydropsyche* sp. と *Hydropsychodes brevilineata* との関係とは大分ちがった様子である。ちなみに、*Diplectrona* sp. は *Hydropsyche* sp. よりも大きい身体である。

次には、石が滑らかでも、凹凸していてもよい。ただ流速をまともにとってあるかどうかの問題となる昆虫である。まず、*Simulium* 型であるが、市原ではこれに属する昆虫が3種いるが最大流速部分に混棲しているといわねばならない。安造谷でもやはり2種が最大部分に混棲している。この型の昆虫はすべての種類が最大流速部分に占位する。従って2種以上いるときは混棲するものである。しかし、早瀬の部分の川底の石面に好んでつく種類と、早瀬の中に岸からたれさがった草の葉や根などに好んでつく種類とがある。といっても、どちらか一方だけにつくというのではなく、そういう傾向があるという程度なのだが、これも一種の棲み分けといえるかも知れない。

カゲロウの *Baëtiella* に属するものは、*japonica* ただ1種で、最大流速部分に占位している。ところが前にも述べたように、これとはちがうカゲロウの属に属している種類、*Baëtis thermicus* も *Baëtiella* によく似た生活様式のものであった。この2種類の空間占拠の様子をみると、市原では、棲息中心部分が、ちょうどずれあって棲み分けの配置になっている。ところが、安造谷では、そうはいえないような配置になっているが、ここでは、*Baëtis thermi-*

*cus* が *Baëtis* の他の種類と「棲み分け」的關係にたっているのである。

市原でも他の季節（11月）の調査では、*Baëtis* は *thermicus* のほかに2種がすんでいた。この3種の空間占拠關係は、ちょっと興味があるので述べてみよう。この調査で、私は1単位形態内に、縦横に43カ所を選んで採集したのだが、*Baëtis* が棲んでいなかったのは、2カ所だけでそこは泥または砂ばかりのところであった。すなわち *Baëtis* 属は3種で単位形態内のほとんどあらゆる空間をうずめつくしていたのである。この際も各場所で50cm<sup>2</sup>の框をつかったのであるが、*Baëtis* 全体として227匹とれたが、その70%は *thermicus* で、早瀬から平瀬にかけて占位していた。27%が第2の種類で、平瀬から淵にかかった部分を占位しており、*thermicus* と棲み分けしているといえそうであった。ところが残り3%のをしめる第3種の占拠区域は、ほとんど *thermicus* と第2種の占位部分と重なってしまっていたのである。そして、*thermicus* は *Baëtella japonica* との間に棲み分け的關係にあった。

この *Baëtis* の3種の示す占位關係と、先に述べた *Simulium*, *Epeorus*, *Glossosoma* 各属の種類間の占位關係とをあわせ考えると、生活様式を同じくする種類の占位關係には、いろいろの状態があり、これらを素材にして種分離・形成といった問題にもふれてゆけそうにも思われるのである。

次には、泥や砂の中にもぐりこむ *Ephemera*, *Sieboldius*, *Gomphus* である。これらは、単位形態内にでてくるのは、いずれも1種であるから、この点問題はないが、これら同士の間が問題である。同じく泥や砂地を好むといっても、くわしくみると、なんだか好みにちがいがあようだし、また、もぐる深さもちがっているようである。これらによって、うまくいっているのではないかと思われる。今までは、われわれは、生活様式のほとんど等しい昆虫を単位として——この場合、分類学上の属とその範囲は同じであった——空間占拠關係をみてきたのだが、生活様式が大分違っている昆虫群間の關係、これはまた、異なる属に属するもの間の關係といい直すことができるのだが——はどうなるのかをみよう。われわれは、今までにも、ちがう属に属している昆虫間の關係もみてきた。たとえば、ヒラタカゲロウ科の属、*Epeorus*, *Ecdy-*

*onurus*, *Rithrogena* 間の関係、ハエのアミカモドキ科に属する諸属間の関係等である。しかしこれらの属の場合は、くわしくみれば、異なっているといえるにしても、まず大体、その所属する属をこえて、同じ生活様式のものであった。科全体が同一生活様式を示していたのであった。われわれの今、問題にしようとしているのは、たとえば、*Epeorus*, *Bibiocephala*, *Glossosoma* の間の関係のような、同じく滑らかな石面をこのむとしても、その生活様式が大分ちがっているものとの間の関係なのである。いうまでもなく、これらのものといえども凹凸のはげしい石面を好む昆虫に比べる時は、1つの生活形のうちに含まれるものである。といって、*Glossosoma* は、巣をつくる材料として、どうしても砂がなければ、生活上困るのだが、*Epeorus* と *Bibiocephala* とは、そんなものは必要でないのだから、ともに、前者から区別できるものなのである。

それはそれとして、われわれのこの問題は、ぜひとも明らかにしなければならぬ問題だが、非常にくわしい観察を必要とするものであり、野外観察からだけでは解くことが難しいものとも思われる。しかし、同じく滑らかな石面を好む、*Epeorus*, *Bibiocephala*, *Glossosoma* を比べてみると、おのおのが好む滑らかさに相違があるようだし、また、要求する滑らかな面の広さにも相違があるようである。このことは前述したような、おのおのの体形・付着器官・運動器官・運動方法等のちがいによるものなのであろうか。さらに、おのおのが栄える季節が幾分ずれあっているらしく思われるが、こういう事情で相互の間が調整されているのではないかと思われるのであるが、そうかといって、全然無関係であるというのではない。ただ、分類学的所属の同じもの同士の間にもみられるほどには互いに掣肘しあわないというまでのことであって、空間占拠上、密接に関係しあう場合もみられるのである。たとえば、*Glossosoma* sp. は荒ら粒の砂で巣をつくり、ちょうど亀が甲羅を背負っているように、巣を背負ったまま滑らかな石面上を歩いているけれども、歩く速度は非常にのろい。*Epeorus* sp. は裸のまま、これにくらべるとはるかに速く、自由に移動するものであるが、*Glossosoma* が石面上に多くなると、*Epeorus* にとっては、滑らかな石面にでこぼこができたと同じことになって、それだけ、その石面上に棲み

うる数が限られてきて、他の石に移ってゆくことになる。まして *Glossosoma* の蛹は、幾分凹みぎみのところの石の側面に多数集まっているのであるが、これも荒い砂でつくられた巣の中におさまっているものであり、全く動かないものだから、これがついている石面は、*Epeorus* にとっては、なお、いとわしい石面になってくるのである。

石面上の様子を変えることによって、間接に *Epeorus* の空間占拠に影響をあたえるという点では、*Simulium* の蛹も一役買っている。また、*Simulium* の幼虫では、その数が少い時には、その石面の状態いかにかわらず、最も水あたりのよい部分に占位しているが、数が多くなると、だんだんとそれほどない部分へもあふれてくる。もし、その石が *Epeorus* のこのむ滑らかな石であるならば、*Simulium* の幼虫は、身体的一端で石面上にしっかりとくっつき、身体の上端は自由になっていて、ちょうど、石面上に何かを植えこんだようになっているのであるから、*Epeorus* にとっては、このましい滑らかな面がそれだけ減ることになるのである。

*Hydropsyche* sp. は凹凸のはげしい石や割目のある石をこのむものであって、この点、滑らかな面をこのむ *Epeorus* とは、空間占拠上全く無関係と思われるが、次のような事情で関係しあうようになる。滑らかな部分もあり凹みや割目もある石の場合、*Hydropsyche* sp. の幼虫は凹みや割目を足がかりにして、砂や木の皮等を自分の分泌物でつづった巣をはり、その中で生活することは前に述べた。蛹も、凹みや割目に同じような材料でつくられた藓の中におさまっている。*Hydropsyche* の個体が巣をはったり、藓をつくろうとする時、もはやその石の上に適当な凹みや割目がなくても、すでに割目や凹みを利用してつくられている巣や藓があれば、それが足がかりとなる。幼虫がぬけだしても、蛹が羽化しても、巣なり藓なりは、相当時間後までのこっている。それらもまた、適当な足がかりとなる。こういうふうにして、石面上に割目なり凹みが適当にある場合には、滑らかな面までも *Hydropsyche* の巣なり藓でおおわれるようになり、*Epeorus* にとってはきたならしいこのましからぬ石面になってしまう。極端に滑らかな面や凹凸のはげしい石面では問題はないが、多少の

凹凸があり、*Epeorus* でも *Hydropsyche* でもすめる石面では、以上述べたことがおこってくるのである。この場合、*Glossosoma* や *Simulium* の繭がある時は、ことに、前者が多くある場合には、これが *Hydropsyche* の巣や繭をつくる足場をあたえて、二重に *Epeorus* の生活空間を狭めることになるのである。そして、こうした関係は、それぞれの個体数が多ければ多いほど、著しくなってくることはいうまでもないことであろう。

こういうようになってくれば、空間占拠上の関係は、相当複雑なものといわねばならないが、われわれが今までみてきたところによると、まず関係しあうものは、同一属に属する種類間同士であり、次には、近縁の属に属する種類が関係してくると思われるのである。たとえば、カゲロウの *Epeorus* に属する種類間に、言葉は適当でないかも知れぬが、排他的であると同時に相補的な占位関係——この関係をわれわれは「棲み分け」といつてきたのだが——がみられる。次には *Ecdyonurus* がこの関係に加わってきている。次には *Rithrogena* その他が関係するといったふうであった。ところでこれらは、いずれもヒラタカゲロウ科に属するものである。

われわれには、分類学的単位が生活の単位になっていると思われてくる。しかし、いつも、同じ分類学的単位が生活の単位になっているとはいわれない。属が、科が単位になり、時には1属が生活からいえば、2つの群に分れている場合もあり、それが、分類学的群によって異なっているが、しかし多くの場合、属が生活の単位になっていることが多い。

さて、単位形態内で組になって現われる同じ属に属する種類は、3月の市原では、1属1種のもの27、1属2種のもの2、1属3種のもの5であった。同じ季節の安造谷では、1属1種のもの23、1属2種のもの6、1属3種のもの3であった。

種類の数はいくらでも増すものかという、たとえば市原の他の季節の調査では表5のように1属4種以上の場合はなかった。

加茂川の他の部分でも、4種以上の場合はなかった。

そして1属1種の場合がもっとも多くみられ、2種・3種と漸次少くなり、

表5 川の形態単位内であらわれる昆虫の種の数

	1属1種	1属2種	1属3種	1属4種
6月中旬	10	3	1	0
10月上旬	21	3	2	0
11月下旬	20	5	3	3
(3月下旬)	(27)	(2)	(5)	(0)

4種の場合のごくまれにしかみられないのである。

市原での4種の場合は、*Epeorus*(*ikanonis* 74%, *uenoi* 16%, *latifolium* 8%, *curvatulus* 2%), *Perla* (*tibialis* 65%, sp. No. 9 17%, *seminigra* 15%, *tinctipennis* 3%) であって、1種の占める数が断然多く、1種の数はきわめて少い。そして、後でわかるように、このように4種が組になることは、ごく稀な場合なのである。

ところで、この単位形態内に組になって出現する種類は、いつも同じとは限らず、川の部分と季節で変るものである。前の場合としては、すでにのべた市原と安造谷とを比べて見れば(表2参照)わかることである。後の場合としては、たとえば市原で、*Simulium* は3種の季節もあり、ただ、1種(夏)の季節もある。*Glossosoma* は春は2種だが、晩春から晩秋にかけては1種になる。*Epeorus* は晩春と晩秋には4種になることがあるが、他の季節はいつも3種である。安造谷入口では、*Epeorus* は春は3種、初夏も3種だが、夏から初秋にかけては4種になるが、やがて3種になるといったぐあいである。同じ安造谷でも少し上流にゆくと、春は3種、初夏も3種、夏から秋にかけても3種である。

また、種類の組合せも川の部分と季節によってちがう。たとえば、*Epeorus* は、同じ3種といっても、3月の市原では *uenoi*, *ikanonis*, *latifolium* であるが、3月の安造谷入口では、*uenoi*, *aesculus*, *latifolium* であり、安造谷の上流には、*aesculus*, *curvatulus*, *napaeus* の部分もある。市原でも、初夏から初秋にかけては、*uenoi*, *curvatulus*, *latifolium* となり、安造谷入口付近では、*hiemalis*, *uenoi*, *curvatulus*, *latifolium* となる。安造谷でも少し上流へゆくと、*hiemalis*, *curvatulus*, *latifolium* の3種となるのである。

同じ属のどんな種類が単位形態内にてくるかは、川の部分により季節によって違っているといっただけでも、ある川のある部分のある季節の種類の数、種類の組合せはきまっています、われわれは任意の季節に任意の川の部分で、何と何とが採集されるか、予想することができ、ちゃんとその通りの種類を採集できるのである。つまり、各種類の幼虫、蛹なり若虫なりが、川のどの部分にすんでいるか、1年のどの季節に現われるかが、——空間的時分的分布が一定しているのである。その一例として京都加茂川における *Epeorus* 属の空間的時分的分布を

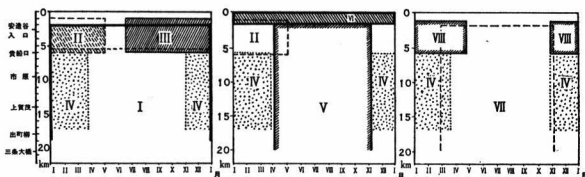


図15 *Epeorus* 属昆虫の加茂川における空間—時間分布図 (IMANISHI, 1941 より作成). I *Epeorus uenoi*. II *Ep. aesculus*. III *Ep. hiemalis*. IV *Ep. ikanonis*. V *Ep. curvatus*. VI *Ep. curvatus cumulus*. VII *Ep. latifolium*. VIII *Ep. napaeus*. 縦軸: 空間 (源流よりの距離), 横軸: 時間 (月).

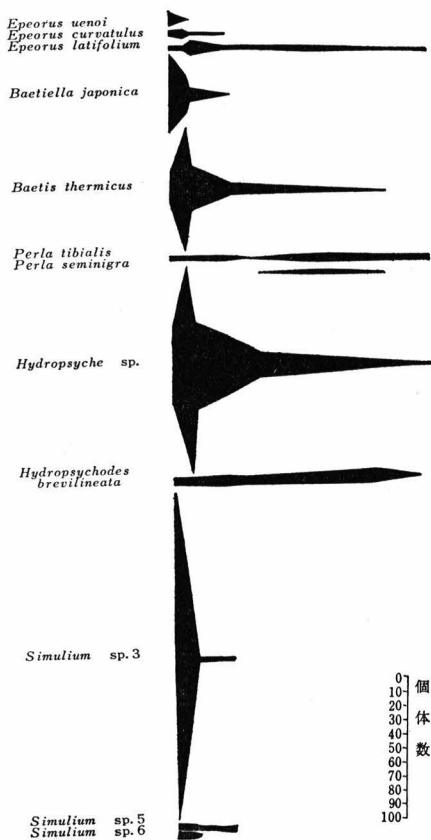


図16 川の構成単位内における水棲昆虫の分布状態, 加茂川, 市原付近 (昭和13年10月上旬).



あげると図15のようである。これで、私が前にたびたび述べるというおいた課題をやっと果すわけである。

諸君は、この図によって任意の場所の任意の季節における *Epeorus* 属の種類相を知ることができよう。

ある季節、ある川の部分で組になる種類は、単位形態内で「棲み分け」的空間配置を示しているのである。

今まで何度ものべたことをくりかえすことになるけれども、*Epeorus* 属の若虫が、空間占拠上相互に結びあう関係を、あらためてみることにしよう。

春の市原では、*uenoi*, *ikanonis*, *latifolium* が組になっており、滑らかな石のある範囲内で、流速のもっとも大きい部分を *uenoi* が、流速の小さい部分を *latifolium* が占位する。*ikanonis* はこの季節の *Epeorus* 群のうちで、もっとも優勢であり、*uenoi* と *latifolium* との占拠地域全体にわたってすんでいるが、棲息中心地は、両者の地域の間にある。

*ikanonis* が成虫になって水からでてしまう頃、*curvatulus* の若虫が現われてきて、それまで *ikanonis* が占位していた部分にすむ。そして、*ikanonis* が *uenoi*, *latifolium* の占拠地域をおおいぎみに占位していたのに反し、*curvatulus* は、両種の占拠地域の中に、きちんとはまりこんだように占位を示している（図16）、3種がまず文字どおり排他的で相補的空間占拠——棲み分け的配置になっているのである。しかしながら *curvatulus* の占位状態は、他の種に比べると、なんだか不確実であるような感じもする。この配置状態が秋の中頃までつづく。その頃になると *ikanonis* の若虫が現われてきて *curvatulus* 占拠地域内に混ってすむ。この季節には単位形態内に4種が棲んでいるわけである。しかし、まもなく、*curvatulus* 若虫は成虫となって水中から姿をけし、*uenoi*, *ikanonis*, *latifolium* の3種となる。ついで *latifolium* も姿をけし、*uenoi*, *ikanonis* となる。春の初め、*latifolium* が現われてきてふたたび3種となるのである。市原では、1年を通じて *uenoi*, *latifolium* がすんでおり、*ikanonis* *curvatulus* が季節的におきかわるのである。

春の加茂川を溯って、鞍馬川と貴船川との分岐点・貴船口付近にくと、そ

これまで多数みられた *ikanonis* はいなくなってしまう。また、このあたりから *aesculus* が現われてくる。さらに溯って安造谷入口から少し上流にゆくと、*uenoi* は全くいなくなり、*aesculus* のみがすむ地帯になる。さらに溯ってゆくと、そこまですっと続いて棲んでいた *latifolium* がいなくなり、これと非常によく似た *Epeorus napaesus* が現われてくる。そして、ちょうどこのあたりから、この季節には、ここから下流地帯では、全く若虫の姿をみうけなかった *curvatulus* が現われてくる。もっとも、現われてきた *curvatulus* は、中流地区の市原などで晩秋にかけてすんでいるものとは、少しちがった点がある。それかといって、別種にするほどにもちがっていないので、亜種として取扱い *curvatulus cumulus* と名づけるべきかも知れない。

夏から秋にかけての加茂川を溯ると、*ikanonis* の若虫はどこにもみあたらないが、*curvatulus* が現われてきていて、安造谷の相当上流まですんでいる。そのまた上流には春と同様 *curvatulus cumulus* がすんでいる。春に貴船口付近から上流一帯にすんでいた *aesculus* はすっかり姿をけしてているが、*hiemalis* が現われてきて、ちょうど同じ範囲の地域を占拠している。*uenoi* の棲息範囲は春と同じである。また、*napaesus* も姿をけしている。

*aesculus* と *hiemalis* は、*uenoi* 同様、単位形態内のもっとも流速の大きい部分に占位する。*latifolium* はいつでも、流速の小さい部分を、*curvatulus* は *uenoi*, *aesculus*, *hiemalis* のおのおのと *latifolium* との占拠部分との中間に占位する。そして、*napaesus* は *latifolium* 的占位を、*curvatulus cumulus* は *curvatulus* 的占位を示すものである。

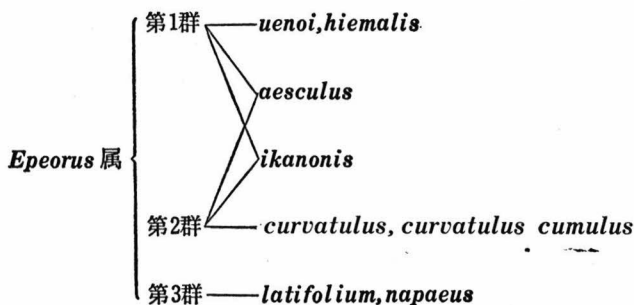
単位形態内における占位の様子から見ると、*uenoi* と *aesculus* と *hiemalis* とは、同位・同格である。ただ、*aesculus* の占拠区域は、*uenoi*, *hiemalis* に比べると、やや流速の小さい部分、すなわち *curvatulus* の占拠区域となるべき部分までひろがっているという違いがある。この点では、*aesculus* は *uenoi*, *hiemalis* と同格であると同時に、*curvatulus* と同格であるといわねばならない。

*ikanonis* の占位ぶりをみると、*uenoi* と *curvatulus* と *latifolium* の占拠

区域全体にわたっている。いいかえると、早瀬および平瀬にわたってすんでおり、そして、その中心は *curvatulus* の占拠区域にあると思われたのである。この点、*aesculus* とよく似ていて両者は同格であるというべきと思われるが、しかし、*aesculus* はどちらかというといふ *uenoi*, *hiemalis* と同格である度合が、*curvatulus* と同格である度合よりも大きいと思われるが、*ikanonis* の方は、反対に、*curvatulus* と同格である度合の方が大きいように思われる。

*latifolium* と *napaeus*, *curvatulus* と *curvatulus cumulus* とはおおの同格である。

われわれは、単位形態内における占位地点からして *Epeorus* 属に属する種 3 群に分ちうるのである。同じ群に属する種類は生活様式・生活をいとなむ単位形態内の地点——何から何まで同じなのである。われわれは今後それぞれの群を第 1, 第 2, 第 3 群とよぶことにする。



*uenoi*, *hiemalis* では、鰓の第 1 対が、拡大して腹面をおおうていて吸着器官の役割をするといわれるが、*aesculus* では、拡大しているものもあり、いないものもある。*curvatulus*, *curvatulus cumulus*, *latifolium*, *napaeus* では全然そうになっていないのである。そして、*uenoi*, *hiemalis* は身体全体が固くて、がっちりしているが、これに反して、*latifolium* および *napaeus* は非常に身体が軟らかく弱々しい。*ikanonis*, *aesculus*, *curvatulus* の身体は *latifolium*, *napaeus* ほどではないが、*uenoi*, *hiemalis* に比べると、はるかに軟弱であること、すなわち、各群に身体の構造上の相違と類似とがみられることをかきそ

えておく。

さて、同一群の種類間の空間時間占有関係をみると、

① *uenoi*, と *aesculus*, *uenoi* と *hiemalis* とはおのおの空間的に, *hiemalis* と *aesculus* とは季節的に,

② *curvatulus* と *aesculus* とも同格である *ikanonis* は, *curvatulus* とは季節的に, *aesculus* とは空間的に,

*curvatulus* と *curvatulus cumulus* とは空間的に,

③ *latifolium* と *napaeus* とは季節的に,

おきかわるようになっているのである。そして同一群の種類同士で、空間的に時間的に「排他的で相補的な」配置——棲み分け的配置をつくりだしているのである。

同一群に属する種は、同じ単位形態内に、同時に現われることはないけれども違った群の種類はそれぞれ3種類が組をつくって、*uenoi—ikanonis—latifolium*, *uenoi—curvatulus—latifolium*, *aesculus—curvatulus (curvatulus cumulus を含めて)—napaeus, hiemalis—curvatulus (curvatulus cumulus を含めて)—latifolium* 単位形態内にもに現われる。そして、その間に、すでにしばしば述べたような「棲み分け」的空間占拠関係がみられるのである。

同じ群に属する種は、生活が同じであるために、同時に同一空間を占有することができず、空間および時間を棲み分け的に占有するのであろう。空間的時間的におきかわりになるのであろう。しかしそうなるといっても、はめ木細工各断片のように、各種類がきちんきちんと時間空間を占有しているのではなく、おのおの占有部分は幾分重なりあっていて、ある種類の独占部分、その種類と隣りあう種類との混棲部分ができてくる。空間的時間的におきかわる途中で、同格である2種が組になることがあるのである。その時にはどうなるのか。

われわれがみてきた3月の安造谷入口は、*uenoi* と *aesculus* とが重なっている地帯であった。この場合、*aesculus* は *uenoi* と同格であるとともに、*curvatulus* と同格であること、すなわち、この種の占拠範囲は、*uenoi* と *curvatulus* の両方の占拠範囲にわたっていることが、*uenoi* との間を調整していると思わ

れる。*aesculus* は、最大流速の部分をつuenoiにゆずり、その占拠の中心をcurvatulusの地域の方へちょっとずらして——*curvatulus*の若虫は、この季節には、ほとんど全くこのあたりにすんでいない！——いるのである。そして季節がすすめば、*aesculus*は全く姿をけし、*curvatulus*, *hiemalis*が現われてきて、それぞれ、*aesculus*の占拠地域の最大流速の部分と、少し流速の小さい部分とに、棲み分けるように占位するのである。そして、この季節には同じ群の種類であるuenoiとhiemalisとが組になることになる。2種の間はどうなるか。この場合は、混棲状態となるようだ。しかしながら、*hiemalis*の占拠範囲の方がせまくて、流速の大きい部分に限られているようであって、両種の間に、*uenoi*と*aesculus*の間に見られたような関係までとはゆかなくても、そうした傾向はみとめられるようである。

*Epeorus laitfolium*, *Epeorus napaesus*は流速の小さい部分に占位する。しかし、ほとんど流速のないような部分——淵や川岸——にはほとんどすまないから、この部分の滑らかな石面は*Epeorus*属だけに限って言えば、「無人地帯」になっているわけである。ところが、前にのべたようにヒラタカゲロウ科に属していて、同様に滑らかな石面をこのみ、体形・運動方法・食糧資源・摂食方法等、生活様式が同一な*Ecdyonurus*があり、これが「無人地帯」に占位する。京都加茂川に産す*Ecdyonurus*には、すでに、われわれが知っている

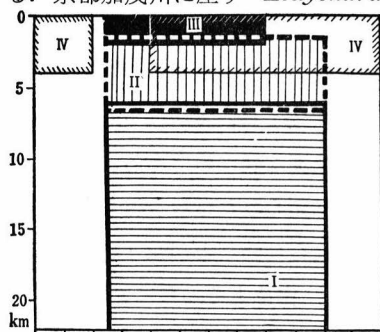


図17 *Ecdyonurus* 属昆虫の加茂川における分布図 (IMANISHI, 1941より作成).

I *Ecdyonurus yoshidae*, II " *kibunensis*,  
III *Ecd. tigris*, IV *Ecd. tobiurionis*,

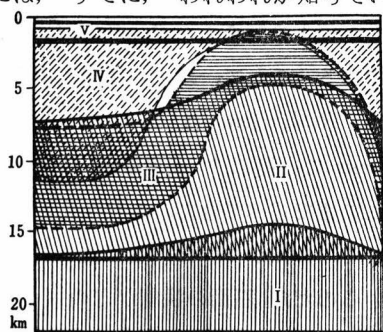


図18 ブユ科昆虫の加茂川における分布図.

I *Simulium (Eusimulium) quinum*,  
II *S. sp. 3*, III *S. sp. 2*, IV *S. sp. 1*,  
V " *latipes*.

*kibunensis*, *yoshidae* の他に *tigris*, *tobiironis* がある。これらの種類の間には *Epeorus* にみられるような、単位形態内における棲み分けの配置はみられないが、川の部分および季節による棲み分けの配置は、みられる (図17)。そして、*Epeorus* の空間的季節的配置と組になって、単位形態内の滑らかな石をめぐる、四つの区域に棲み分けているのである。すなわち、*Ecdyonurus* 属に属する種類が1つの群をつくり、*Epeorus* 属と一緒にすれば、第4群と名づけらるべきものである。

滑らかな石面と水の流れかたとについてもう1つの状態がある。それは、上流 (溪流) 地区にのみ見られる早瀬のしぶきをうけて、いつもぬれている石の状態である (湿潤区)。この部分の滑らかな石面に同じくヒラタカゲロウ科に属していて、生活様式が他のヒラタカゲロウ科の昆虫と同じである属 *Bleptus* が生活している。すなわち、この属が第5群をつくっているといえるのである。この属は、いまのところ、ただ1種である。

生活様式からいっても1単位を形づくるヒラタカゲロウ科に属するカゲロウの若虫は、湿潤区の状態も、水の流れかたの一つの特殊な場合とするならば、滑らかな石面をめぐる、*Bleptus*—*Ecdyonurus*—*Epeorus* と属を単位にして棲み分けの配置を示しているわけであり、*Epeorus* 属は、その占拠する範囲をさらに、拡大した第1の鰓をもつ種類と拡大した第1の鰓をもたない種類と拡大した第1の鰓をもたず、身体が非常に軟弱な種類とによって棲み分けているのである。そして、以上の属が、棲み分けの配置の主調をなすもので、その他の属、*Rithrogena* は *Epeorus* 占拠部分 (急流部分) に、*Cinygma* は *Ecdyonurus* の占拠部分 (溪流部分) に挿入された、低調な属なのである。

ここまで述べてきて、ふりかえてみると、与えられた紙数をはるかに越えているのに気がついた。まだまだ述べなければならぬことがたくさんのことであるのだが、石面の状態がどのようなであっても、占位上そんなに影響されず、直接水をはげしく受ける部分に占位する双翅目ブユ科の京都加茂川における空間的配置図を挿げてこの稿を終ることにする。京都加茂川にすむブユ科には約12種あるのだがそのうち、個体数の多い種類、5種について描いたのが図18で

ある。読者において、よろしく読まれることを希望する。

最後にもう1つ、生活様式が同様な種類を、生態学上の用語では「同位種」と呼ぶことを付け加えておく。そしてわれわれが、これまでみて来たのは同位種の位置的（空間的・時間的）関係であったわけである。

なお、読者諸氏には今西錦司氏の著書『生物の世界』（弘文堂・昭和16年、特に「社会について」の項）をお読みになることをおすすめする。これは生物の生活について書かれたすぐれた理論の書である。私の記述を読まれて抱かれる不満は、この書物によって必ずみたまされることと思う。

