関西自然保護機構会報 13：5－18，1991

動物の眼から見た河川のあり方

竹　門　康　弘
（大阪府立大学総合科学部生命科学講座）

はじめに

日本では，治水・利水の目的から全国的に河川改修が進められてきた結果，自然の川から単なる排水路に変わり果てた姿が津々浦々で見られるようになった。近年にいたり，ようやく自然と親しめる川辺への関心が高まり，各地で親水性を高めた川造りが試みられつつある（水野，1986；1987；松浦・島谷，1987；高橋，1988；建設省河川局1989；リバーフロント整備センター，1990；など）。しかし実際に造られた姿を見ると，“自然”や“親水性”と呼ばれるものの内容が，本当の川の実態からかけ離れた例が多い。先日，多摩川の河川敷公園で人工の“せせらぎ”を見る機会があった。その川は，一見自然な蛇行の仕方をしているだけでなく，あるべきところに瀬と淵とが配置されており，屈曲部の内側には小石を敷きつめた堆積州も備わっていた。早瀬の川底には，大きめの石が使われ，水は石と石の間を白波と水音を立てながら流れていた。そこで何が棲んでいるか確かめようと近づいたとき，背筋に薄ら寒さを感じた。ほぼすべての石が，堆積州の小石さえも，コンクリートにはめ込まれ動かすことすらできないのである。流れ方を自然に模したとしても，これでは本来のせせらぎに棲む動物の生息場所とはなりえない。こんな川が“せせらぎ”と名がついた“親水性のある川”のモデルにされてはかなわないと思った。

それでは，どんな川が“本当の川”であり，また“親水性のある川”のモデルにふさわしいのだろうか。動物を研究対象にしてきた私にとって，川はやはり多くの生物が人の力を借りずに生息している場所でなくてはならない。しかし，生物的自然の豊かさを支える環境条件が何であるのかを改めて問うと，わかっていないことの方が多いことに気付く。自然保護の方針として現状を保存しようとする場合には，極端な言い方をすれば，水源を含めたできるだけ広い地域を立入禁止にすることで目的を達成できる。しかし現実の問題として，できるだけ自然を失わないように手を加えようとしたり，既に失われた自然を回復しようとすれば，具体的にどのような条件が必要であるかを考察する必要がある。

このような問いかけに対して，どんな言い方にしろ答らしきものを提出することはかえって危険であるとの意見もあった。しかし，答のあるなしに関わらず河川景観の改変が進んでいく現実を考えると，河川生物の生息場所に必要な環境要素についてたとえ断片的にでも訴えていかなくてはならないと思う。本稿では，魚類や水生昆虫類の生活史と河川形態との結びつきや，河川生物群集における「作用中心」（Elton，1949；川那部，1973；遠藤，1989）の事例を挙げ，環境の多様性や変動の重要性についても論じたい。その上で，河川における生物的自然の保護対象について考察し，併せて自然な河川景観を再認識するための手がかりとしたい。

生活史と河川形態の結びつき

可児（1944）は，河川の景観を流路の形態から区分し，瀬と淵のセットが河川の単位形態であると同時に底生動物の群集や生息場所の配置と対応することを示した。この事実からだけでも，瀬と

淵に付随する要因が底生動物の生活にとって重要であると予想される。一方，この対応関係は，いわばある時間断面における個々の種の生活要求の結果である。生活史の時期によって生息場所が異なる種にとって，それらがセットになった環境が必要なことは自明のことである（例えば Harada，1962；水野・御勢，1972；遊磨，1987；竹門，1989など）。ここでは，魚類と水生昆虫類について，繁殖と成長のそれぞれの時期の生息場所をまとめてみた（表１・２）。

河川の魚類は，産卵配偶・稚魚・成魚それぞれの時期に別々の場所を利用することが多い。これに伴い，サケマス類・ヨシノボリ・アユなどのように河川単位よりはむしろ流域スケールの移動が起こる魚類もいるが，各発育段階に必要な場所条件に着目すると，“瀬・淵”よりもさらに細かい場所利用が見られる。たとえば，ウグイの産卵床となる“瀬尻のかけ上がり”とは，中流域の淵の上流側で瀬の砂礫がなだれ込んでできた斜面である（狩谷，1954）。また，ヤマメ・イワナ・カワム

表 1. 日本産河川魚類の生活史ステージ別の生息場所条件

ステージ	生息場所条件	種　名	文　献
産卵	瀬尻のかけ上がり	ウグイ	狩谷，1954；川尻，1956 伊藤，1975；水野，1987
	淵尻の瀬頭	ヤマメ・イワナ	丸山，1981；Katano, 1990
		カワムツ・アユ	水野ほか，1958；西田，1978
		タカハヤ	
	小川など	フナ・ナマズ	水野，1987；斉藤ほか，1988
	一時的水域	コイ・ドジョウ	片野ほか，1988
		アユモドキ	中村・元信，1971
	大礫の下	ヨシノボリ・ウキゴリ	水野・御勢，1972
		カジカ	Goto, 1981；1982
稚魚	岸ぎわ・サイドプール	カワムツ	水野ほか，1958；水口，1969；
		オイカワ・タカハヤ	水野・御勢，1972；高村，1979； 水野，1987
	小石底の浅瀬	ブラウントラウト	Hegens, 1988
	渓流－海・河口・湖間の交流	サケ・マス類	水野・御勢，1972；
		アユ	川那部，1970
		ヨシノボリ・カジカ	卜部ほか，1978
若魚・成魚	淵への流れ込み	アマゴ・イワナ	Furukawa-Tanaka, 1985；
		カワムツ	片野，1987；中野，未発表
	水深のある瀬	アユ	水野，1987
	藻のつく石・岩	アユ	川那部ほか，1956
	瀬と淵や	ヤマメ・イワナ	Furukawa-Tanaka, 1985
	早瀬と平瀬の組合せ	アマゴ・ウグイ	水野，1987；川那部ほか，1956
		アユ	川那部，1957；1970

表 2. 日本産水生昆虫類の生活史ステージ別の生息場所条件

ステージ	生息場所条件	種　　名	文　　献
産卵・卵	淵尻・瀬頭の岸際	モンカゲロウ	Ban et al., 1988; 竹門, 1988b ; 1989
		ナミヒラタカゲロウ	Takemon, 1990
	小礫の堆積した岸際	トゲトビイロカゲロウ	竹門, 1988b
		クロタニガワカゲロウ	竹門, 1988b
	浅瀬の岸際	ホシクロガガンボ	可児, 1952
	浮き石のある平瀬	ヒゲナガカワトビケラ	西村, 1987
	岸際の抽水植物	カワトンボ	東ほか, 1987
	灌木のある岸際	コバントビケラ	谷田・竹門, 1981
	岸辺の岩や苔	ホタルトビケラ	野崎・小林, 1987
	苔の生えた岸辺	ゲンジボタル	Yuma・Hori, 1981; 大場, 1983
若令幼虫	岸際の間隙水中	フタオカゲロウ科	開発, 1989
		トビイロカゲロウ科	開発, 1989
幼虫	淵・岸ぎわの砂礫中	モンカゲロウ属	久居・新井, 1973; 1974; Ban et al., 1988
		サナエトンボ科	六山, 1966 久居・新井, 1974
	滝・岩壁の湿岩上	オビカゲロウ	御勢, 1979b
	急流のある早瀬	ウルマーシマトビケラ	谷田ほか, 1978
	浮き石のある岸際	ヤマトクロスジヘビトンボ	Hayashi, 1989
	浮き石のある平瀬	ヘビトンボ	Hayashi・Nakane, 1988
	抽水植物の根際	カワトンボ・ハグロトンボ	石田・石田, 1985
蛹	岸辺の土中・礫下	ゲンジボタル	荻野, 1978; 遊磨, 1987
		ヘビトンボ	林, 1990
夏眠と蛹化	岸辺の礫下・苔の中	ホタルトビケラ	野崎・小林, 1987
羽化	ゆるやかな水面	一部のカゲロウ類	Takemon, 1985; 竹門, 1986; 1988a
	這上がれる岸辺 と脱皮時の足場	トンボ類	石田・石田, 1985; 江口, 1980
		カワゲラ類	川合・磯辺, 1985
		一部のカゲロウ類	Takemon, 1985; 竹門, 1986; 1988a
成虫の成熟	川辺の樹林	カワトンボ	江口, 1980
	川辺の灌木	ゲンジボタル	Ynma-Hori, 1990
成虫の群飛や交尾	開けた空間	モンカゲロウ	竹門, 1989
	瀬頭の砂礫堆	ナミヒラタカゲロウ	Takemon, 1990
	水辺付近の樹木	クロスジヒゲナガトビケラ	森, 1946
		ヒゲナガトビケラ類	森・松谷, 1953
	川辺の樹木枝先	ヒゲナガカワトビケラ	西村, 1987
	川辺の草地	ゲンジボタル	堀ほか, 1978; 大場, 1983; Yuma・Hori, 1990

ツ・アユ・タカハヤの産卵床となる“淵尻の瀬頭”は，「淵あるいは平瀬の下流端で次の早瀬との境界に砂礫堆が発達している場所」である。これらの場所は，小礫がルーズに堆積した軟底であるために掘りやすいというメリットや，間隙水の流れがよいために卵へ新鮮な水を供給できるメリットがあると考えられる（水野・御勢，1972）。一方，ヨシノボリ・ウキゴリ・カジカなどでは，大礫の下に産卵巣を掘ってふ化まで雄親が保護するため，大きな礫と安定した底質が必要である。さらにカジカの場合には，そのような場所が瀬の中になければならない。

ウグイ・カワムツ・オイカワ・タカハヤなどでは，遊泳力の弱い稚魚の生息場所として，岸ぎわやサイドプール（渇水時に本流から切り離されてしまう水溜り）が重要な役割を果たしているようだ。流れが緩いとともに，捕食されにくい場所なのだろう。さらに，カワムツでは水深が深く隠れ場（ヤナギなどの覆い）のある岸際を好むのに対し，オイカワではオープンな浅瀬の岸際を好むという（水野・ほか，1958）。このような種間の違いが，両種の流程分布の差の原因になっているとの議論もある（水口，1969）。また，オイカワの幼魚が浅場の岸際を利用する傾向は，夏期よりも秋期に顕著であり，岸際と流心の水温較差に由来するとも言われている（高村，1979）。

繁殖のために“のっこみ”をする魚類では，成魚の生息場所である本流と産卵や稚魚の生息場所である小川や水田とが往き来できることが重要となる。それに，そもそも“ゆりかご”となる一時的水域が利用可能でなければならない（片野ほか，1988；斉藤ほか，1988）。

渓流魚の成魚にとって好ましい生息場所の条件は，隠れ場所と餌場が近接していることである。両条件を備えた淵への流れ込み付近は，アマゴ・イワナ・カワムツなどの優位個体に占有される（Furukawa-Tanaka，1985；片野，1987；Tanida et al.，1989）。そういう場所を確保できたアマゴ個体の成長率は群を抜いて大きいらしい（中野，未発表）。またアユには昼間に瀬のナワバリ内で採餌し，夜には淵で休む個体がいる（川那部ほか，1956）。このように，瀬と淵の組合せは，魚類の定着だけではなく大きく成長するための条件としても重要である。また，増水時にも淀みを伴う形をした淵は，各種魚類の避難場所となるので（水野1986；1987），出水時における個体群維持に役だっていると思われる。

水生昆虫の場合，幼虫期の小生息場所の情報はあるが（可児，1944；大串ほか，1956；六山，1966；谷田ほか，1978；Tanida，1984；Watanabe，1988；谷田，1989；石綿，1989；など），生息場所利用を生活史を通じて明らかにした仕事はほとんどない。このため，環境指標生物としての取り扱いや流程分布の考察などにおいても，肉眼サイズになった幼虫期の生息条件が問題にされ，若令期や成虫期の生息条件は考慮されにくかった。水生昆虫には多くの分類群が含まれるため，幼虫期に水中生活する点では共通していても，成虫時代の生活・配偶様式・産卵場所や産卵方法はさまざまである。もちろん幼虫期においても，各種の要求する水質・水温・流速・底質・餌条件などは異なっており，これらがそれぞれの種の流程分布などを規定することもありえる（Vannote，1978；Sweeney・Vannote，1978；Vannote・Sweeney，1980；大野，1984；1985；林，1989；ロシター，1989；伊藤，1989；内田，1991；など）。しかし，水質は別としても，これらの要因は河川形態や川辺環境ともパラレルな関係があることに注意するべきである。ここでは，河川の景観と関わりのある生息場所に的をしぼり，生活史のステージごとにまとめてみた（表２）。ただし，断片的な情報に頼らざるをえなかったので，個体群にとっての重

要性はまちまちであると考えられる。動物には，環境が変われば別の暮し方をするしたたかさもあるので，ここに挙げる条件が不可欠であるとは限らない。とはいえ，少なくとも自然環境のなかでは，表2の条件の生息場所が最も普通に利用されていることは事実である。

カゲロウ・カワゲラ・トビケラ・トンボ・ユスリカなどでは，水面や水中へ無造作に産卵するものも多いが，特定の条件の場所を選ぶ種も知られている。岸際で産卵するものの中でモンカゲロウやナミヒラタカゲロウの産卵場所は，“淵尻の瀬頭”である点でヤマメ・イワナ・カワムツ・アユ・タカハヤの産卵場と一致しており興味深い。ただし，これらのカゲロウの場合は，岸際の砂礫堆の間隙水中へ産卵するので，岸際が植生などで被われていないオープンな州が選ばれる（竹門，1989；Takemon，1990）。カゲロウの卵にとっても“淵尻の瀬頭”における砂礫の間隙は，発育のための好条件を提供するのかもしれない。水生昆虫では，卵期のみならず若令期においても砂礫の間隙を利用する種類が数多く知られている（Godbout & Hynes，1982；Williams，1984；開発，1989）。砂礫堆間隙といった生息場所は，水生昆虫の生活史にとってかなり重要な意味があると考えられる。

岸際の植生や地形については，産卵場所選択の条件となるだけではなく，ゲンジボタル・ヘビトンボ類・ホタルトビケラの蛹化場所の条件や，岸辺へ這い上がって羽化をするトンボ類・カワゲラ類・一部のカゲロウ類の羽化場所の条件としても無視できない（以下引用は表2参照）。さらに，成虫期における採餌場所や隠れ家として樹木が利用されることがカワトンボやゲンジボタルで知られている。樹冠部は，羽化した亜成虫や成虫が繁殖のときまで隠れている場所として，どの種類にとっても価値があると思われる。また，雌雄の出会い場所や交尾場所も種別に細かくみればさまざまな条件の違いがあるものの，カワゲラ類・トビケラ類・ゲンジボタルなどでは樹木や草の上あるいはその近傍の空中が利用される。カゲロウ類やトンボ類には，産卵場所やその近傍が交尾場所となる例が多い。

河川の生物群集における作用中心

前項で概観した生息場所は，個体群にとって重要な場所あるいは少なくとも好ましい場所であった。しかし，多くの動物は常に最適の場所だけを利用しているとは限らず，移動過程で積極的にもしくは流下などの過程で不可抗力的に，たまたま利用するだけの場所もあるはずである。たとえば，コカゲロウ属幼虫などのように日常的に流下と遡上を行う種では（御勢 1979a；Furukawa-Tanaka，1985），彼らにとって好適な微生息場所に落ち着くまで移動するものと思われる。ある個体が一時的に通過したり利用したりするだけの場所も，それと競争関係にある別種個体や捕食者などと関係しやすい場所かもしれない。このような場所は，コカゲロウ個体群の生活史にとっては無視できても，生物群集の視点から見るとあながち無視できる存在である。この項では，河川生物間の相互作用が実際にはどこでどのように起きているかを考えたい。

とはいえ，この問いは生活史を成り立たせる条件を問うことよりもさらに曖昧であり，データも希薄である。そもそも生物間の相互作用は，種間のさまざまな組合せで，しかもいたる場所で起きている。その中から特定の相互作用を強調する作為は，ともすれば観察者により各人各様の答すらありうる。それはすでに感性の領域かもしれない。この絶望的に複雑な相互作用群を構造として認識するための方途として，作用中心（Centres of Action：活動中心とも訳す）なる概念が提出されている（Elton，1949；川那部，1973；遠藤，1989）。

平たく言えば，生物同士が関係を持ちやすい場である。空間的には生物が実際に「作用を及ぼし合う場」であり，群集生態学的には「関係の結節点」となる。この概念は，理念的にはよく理解できるが，実際にある地域の作用中心を客観的に把握するのはなかなか厄介である。陸上の作用中心には，クモの巣・一輪の花・一本の木・倒木・一個の石等々いくらでも候補があり（遠藤，1989），視点の置き方でさまざまなスケールがあり得るので，やはり取り留めがない。

さて，取り留めのなさは河川でも同じではあるが，作用中心から群集構造へ総合する上で，河川には陸上にはないメリットがありそうだ。可児（1944）の区分した河床型にみられる環境の構造性は，Elton（1949）のいう「半ば規則的で半ば不規則的」な生息場所の様式に，視覚的に捉えやすい空間的な構造を与えるものである。前項で例示したごとく河川動物の多くが，流水という媒体に比較的拘束されて，空間構造に対応した生息場所選択を示している。作用中心も，自ずと河川形態の規則性に付随した物に認められやすいと考えられる。私のフィールドワークの印象に基づいて，河川における作用中心の候補を挙げてみよう。

◆淵尻の瀬頭：一部のカゲロウ類・ガガンボ類が，岸際を配偶場所および産卵場所（表2）として利用し，これらの捕食者であるセキレイ類（竹門，未発表）やフンバエ成虫（Takemon，1990）の餌場所になる。水中は，魚類数種の配偶・産卵場所であり，その時期カワセミ類の採餌場所となる（竹門，未発表），また砂礫間隙水域は，多くの水生昆虫の卵・若令期の生息場所となり（Williams, 1984；開発，1989），この時期に特異な相互作用が予想される。魚類の産卵床の卵を巡っても種間作用がありうる。

◆淵への流れ込み：淵へ流下した水生昆虫のうちコカゲロウ属・クロカワゲラ科・ブユ科・ユスリカ科などは必ずしも淵に留まらずに通過するが（Martin・Knight，1989），瀬から淵へ流下した個体の多くは一時的に淵に停滞したのち，上流側または下流側の瀬へ移動する。（Elliott，1967；御勢，1979a）。淵へ流下する個体は，アマゴ・イワナ・カワムツなどに捕食されやすい（表1）。また，水面から羽化するカゲロウ類が流された場合（Takemon，1985）にも，淵へ流れ込んだときに魚類やアメンボ類（Rubenstein，1984）に捕食されやすい。魚類では，この場所の占有あるいは利用をめぐり種間相互作用を生じる（川那部，1977；田中，私信）。

◆淵や瀬の岸際：一部の水生昆虫類（可児，1944；Söderström・Nilsson，1987；Söderström・Johansson，1988）やウグイ・カワムツ・オイカワ・タカハヤなどの幼魚（表1）の成長・発育場所となり，次いでカワゲラ類・トンボ類・カゲロウ類・トビケラ類の羽化場所となる（表2）。セキレイ類・ハシリグモ類にとって，このステージの水生昆虫を捕食するための好適な採餌場所である（竹門，未発表）。また，瀬の岸沿いはフタオカゲロウ科・コカゲロウ属・マダラカゲロウ属・ヒラタカゲロウ属・シマトビケラ属・ユスリカ科などが遡上する経路となる（御勢，1979a；Söderström，1987）。

◆サイドプール：落葉・落枝の堆積場所となるため，それらを餌や巣材とするカワゲラ類や携巣性トビケラ類の幼虫が集まる（Scott，1958；粂川，私信）。魚類の成魚がいない場所では，遊泳形カゲロウ類の密度が高まる（Söderström・Nilsson，1987；Söderström・Johansson，1988）。それらを捕食する多くのトンボ類幼虫の生息場所でもある（六山，1996；粂川，私信）。さらに，魚類の稚魚期の生息場所でもあり（表1），本流とは異質の相互作用が展開されると思われる。

◆リターの塊：瀬の浅瀬では，石の隙間に落葉

・落枝（リター）がひっかかりリターパックと呼ばれる塊が形成され，これらを餌とするトビケラ類・カワゲラ類が集中する（Anderson・Sedel, 1979）。カワガラスやセキレイ類は，リターパックの葉を裏返して水生昆虫を採餌することがある（竹門，未発表）。リターは，岸際や淵などの淀み部分にも堆積する（Anderson・Sedel, 1979）。落葉の破砕食者（シュレッダー）は，これらリターの分布に対応して分布し（Egglishaw, 1964），リターの減る季節には移動性が高まるという（Hart・Resh, 1980）。

◆大礫・巨礫：その安定性ゆえにヒゲナガカワトビケラ・ニンギョウトビケラ類・アツバエグリトビケラ類・ヨツメトビケラ・キタガミトビケラなどの蛹化場所となる（西村，1987；竹門，未発表）。ニンギョウトビケラ類などの蛹に寄生するミズバチは，水から突き出た大礫に止まってから礫面を這って水中へ産卵に行く（竹門，未発表）。礫の下流側には渦を生じ，砂・デトリタス・流下昆虫のトラップ場所となる（Percival・Whitehead, 1926）と同時に，渓流魚の定位場所・採餌場所となる（田中，私信）。礫の下側は，ヘビトンボ類の定位場所（Hayashi・Nakane, 1988）やハゼ科魚類の産卵場（水野・御勢，1972；Goto, 1981；1982）ともなる。また，水面に突き出た岩や大礫の上面は，セキレイ類が羽化昆虫をフライキャッチするときの見張り台となる（竹門，未発表）。一方，早瀬に突き出た大礫の下流側面は，ナガレトビケラの一種の配偶場所でもある（竹門，未発表）。

◆川面や岸際（空中側）：水と陸との境界領域は，さまざまな動物間の相互作用の場となる。多くの水生昆虫の羽化場所であり産卵場所となり（表２），トンボ類（成虫）・セキレイ類・ツバメ類・造網性クモ類・ハシリグモ類・カエル類・アメンボ類・オオミズスマシなどの採餌場所となる（竹門，未発表）。また，岸際はミズダニなど水生昆虫の成虫に寄生する動物のとりつき場所でもある（竹門，未発表）。岸際の樹木や草本は，水面上空や川岸に造網するタニマノドヨウグモ・オオシロカネグモ・アシナガグモなどに造網足場を提供するが，羽化昆虫の空間密度が水面上に集中分布するため，水面上空の造網場所を巡り種内・種間の干渉やのっとりが起こる（吉田，1977）。

◆川辺の樹冠・ブッシュ：トンボ類・カゲロウ類・ゲンジボタルをはじめほとんどの水生昆虫の成虫の隠れ場所であり，トビケラ類・カワゲラ類・ガガンボ類にとっては群飛場所や配偶場所となる（表２）。これらを餌とするトンボ成虫類・造網性クモ類・樹上性クモ類・カラ類などの小鳥類の採餌場所ともなる（竹門，未発表）。一方樹木や草地は，陸生昆虫をはじめとする多くの陸生動物の作用中心でもある（遠藤，1989）。これらの動物は，魚類やセキレイ類などと相互関係をもつことにより，川の作用中心群の作用内容を多種構造化していくと思われる。

環境の多様性と景観の個性

河川形態や川辺環境と水生動物の生活史や河川群集における作用中心との関係を，具体的に調べて明らかになったことは，「川にさまざまな動物が棲むためには，多くの作用中心がセットで存在する必要がある」ということである。生活史完結のために必要な作用中心群の空間的スケールは，一部の水生昆虫のように１河川単位に納まるものから，魚類のように流域規模のものまである。これらの条件を同時に満足させるためには，瀬－淵構造をもつ複雑な河川形態がAa型－Bb型－Bc型（可児，1944）へと流域に応じて移り変わり，水田や用水への往復が可能であることが求められる。それは，多くの河川が「本当の川」であった今や昔の姿である。今回の考察で，動物の生活にとって自然な河川景観が好ましい理由，そして河

道の直線化やコンクリート護岸が好ましくない理由がかなり具体化したと思う。

ところで，瀬－淵形態の構造性に立脚して生息場所を把握する方法は，河川動物の生息場所概念の一般化に役立つとは思う。しかし，自然の河川の瀬－淵形態は，あくまで「半ば規則的で半ば不規則的」である。もし，将来河川改修の技術に「親自然工法」なるものが導入されて，まったく同一の瀬－淵形態が整然と並んだとしたらどうだろう。たとえ細部の形態が本稿で主張した条件を充していても，失われるものがあるのではないか。自然の様式には，不規則に不連続な要素が含まれている。どの河川にも，「乙女が淵」だとか「竜頭の滝」のような固有名詞の付いた地形が存在する（あるいはかつて存在した）。「魚止めの滝」の名が示すように，特別な地形が動物の生活に影響を与えることがある。その好例は，ヨシノボリの生活様式が滝の上と下で見事に変わる現象であろう（川那部，1977）。これは極端な場合であるが，大きな淵や小さな淵・傾斜のきつい瀬や緩い瀬・暗い淵や明るい淵など個々の河川単位の性格に応じて，作用中心の規模や内容が変わるはずである。川那部ほか（1956）は，淵を地形的成因に基づいて蛇行型（M型）・岩壁凹凸型（R型）・基底変化型（S型）・MR複合型・ポケット型（P型）・ダム型（D型）に分類し，魚類群集と対応関係のあることを示した。また大串ほか（1956）は，上流型の山地渓流において，本来下流域に棲むトウヨウモンカゲロウを淵の最深部（1.8m）で採集した。「深くて大きな淵」は，止水的性格をもつために，下流や湖沼の動物を受け入れるものと思われる。さらに，大きな淵は上流の瀬から流下した水生昆虫が遡上するときの障壁となることも知られている（Martin・Knight，1989）。京都の貴船川には，「蛍岩」という固有名詞の付いた岩が水際にそそり立っている。そのすぐ脇に堰堤があるためか，今は必ずしも産卵場ではないが，その昔はホタルの集団産卵が見られたのかもしれない。これらの事例は，「景観の個性」が生物的自然の多様性や不規則性と結び付くことを示している。したがって，「個性ある景観」は，名所旧跡や文化遺産的意味だけではなく自然保護の立場からも大事にされるべきであろう。

環境変動の必要性

沢登りや渓流釣りの経験のある人ならよく知っているはずだが，林道の建設された渓流域では，侵食物の堆積により淵が埋まり多くの動物の生息場所が失われている。また，流砂により瀬の動物の生存も脅かされる。河川に対する人為的影響は，このように流入物が増えることに起因することが多く，一般に河床の平坦化と水流方向の単調化を招く（高橋，1988）。このような，底質が不安定な河川では生物相が貧弱となる事実（Hawkins，1990）から，河川動物の生息場所にとって底質の安定性が重要な要素だと考えられる（Nishimura，1984；Scrimgeour & Winterbourn，1989；Hawkins，1990）。

ところが，大きなダムの下流では，底質が安定しているにもかかわらず水生昆虫相が貧弱になることがある。理由は，水質・水温・突発的な放水・取水による干上がりなどいくつか考えられるので一概に断言できない。しかし，こういう場所の景観的な特徴は，砂礫堆がほとんど無くなって河床が岩盤だらけになっていることである。礫底の瀬や砂礫堆を欠くことは，河川動物によっては致命的である。この仮説の検証は今後の課題であるが，岩盤だけになってしまう理由の方は土木の素人にもわかる。魚やカゲロウ類の産卵場所となり，大量のリターパックができる「淵尻の瀬頭」の地形は，明らかに増水時に砂礫が堆積してできたものである。そして，この砂礫は上流の侵食で生ま

れ運ばれてきたものであるに違いない。ダムの下流では，放水時に侵食を受けるばかりで上流から砂礫が流入してこないため，堆積型の瀬が消失したと考えられる。つまり，砂礫堆を伴う瀬淵形態は侵食と堆積のバランスにより維持されているのではないか。とすれば，河床の生息場所は不断の変化と再生の繰り返しにより動的に安定しているのであり，長い目で見ればある程度の増水や崩壊が必要になる。一般に河川の出水は，底生動物にとってマイナス要因にしか捉えられていないが（Nishimura，1984；Scrimgeour & Winterbourn，1989；Hawkins，1990）。河川形態そのものの成因を考えるダイナミックな視点も必要であろう。

自然保護の対象について

川に自然を取り戻したいという声を，各地で聞くようになった。そのような意見をもつ方と個人的に話すと，彼らのイメージする“取り戻したい自然”は水質・景観・動植物を含むトータルなものであり，ホタルさえ飛べばよいというわけではない。ところが，具体的な事業になると水質・ホタル・アユ・サケ・マス・ウキゴリ・ネコギギといった特定の対象に限定されてしまう傾向がある（大場，1983；水野，1986；1987；高橋，1988；森・渡辺，1990など）。この傾向は，自然の回復を図る場合のみならず，そもそも既存の自然を保護するときの理由づけに始まっているようだ。開発に先立つアセスメントの結果，「保護対象種の移植」が免罪符として通用するのはその悪弊の一つである。この理屈に乗れば，免罪符すら必要ない**ただの**雑木林や**平凡な**小川は立つ瀬がない。そろそろ価値観の転換をするべきではないか。

Elton（1949）は，自然保護の動因を「自然生態系を見て感じる魅力」とし，またその魅力とは「秩序と無秩序とが見事に交錯している点」であると述べている。自然保護の動因を「希少種」だとか「地球環境」などに合理化するのではなく，ストレートに「魅力」と言い切るところに共感を覚える。生物的自然の「価値」は，ホタルの光の魅力にあると同時に，ホタルの生息場所が醸し出す魅力にある。つまり，幼虫の餌であるカワニナが棲める水・蛹化に必要な土手・成虫の交尾場所や隠れ家となる草地と樹木・産卵場所となる苔の生えた岸際，これらが一体となって作り出す景観こそが自然保護の対象ではないのか。「ホタルの光」や「カムバックサーモン」は，むしろその地の個性を形成する味付けの一つである。どれだけさまざまな味付けがあるかは，その地の魅力や価値のバロメータであり，多くの生き物が棲める場所そのものが大切にされるべきだと思う。

おわりに

本稿で例示した生息場所条件や環境条件は，“本当の川”を想定した場合の必要条件にすぎない。そして，河川を住み処とする動物には暮し方のわかっていない種類のほうが多いことを考えると，“本当の川”にふさわしい生物群集が存在する背景には，未だ言葉にされていない多くの条件や因果関係が潜んでいると思われる。その意味では，高い自然度を残している川をできるだけ多くの地域で保護し，いつでも“本当の川”のモデルに立ち帰れるようにする必要もあろう。

もとより，ある地域の環境のうち何を保護するべきかは科学の問いではなく，その地域の文化の問題である。“昔の川は良かった”というノスタルジアや人工構築物と化した排水路への憤りは，自然保護・回復への動機として尊重されるべきであり，もっと市民権を得てもよいと思う（森，渡辺，1990）。そして，我々の文化が，各地域に固有の河川景観を大事にして，そこに多くの生物が生息することを誇りにする文化であれと切に願うものである。

本稿をまとめるにあたり，京都大学動物学教室の片野修氏ならびに兵庫県自然系博物館準備室の田中哲夫氏には，淡水魚の生態や文献について貴重な情報をお教えいただいた。また，大阪府立大学総合科学部生命科学講座の谷田一三氏，加藤幹男氏ならびに植田邦彦氏には，内容や文章についてご批判をいただいた。以上の方々に改めて感謝の意を表する。

引 用 文 献

Anderson, N. H. · Sedel, J. R. 1979. Detritus processing by macroinvertebates in stream ecosystems. Ann. Rev. Ent., 24: 351－377.

Ban, R. · KINKI Aquatic Insects Research Group. 1988. The life cycle and microdistribution of *Ephemera strigata* Eaton (Ephemeroptera: Ephemeridae) in the Kumogahata River, Kyoto Prefecture, Japan. Verh. Internat. Verein. Limnol., 23: 2126－2134.

Egglishaw, H. J. 1964. The distributional relationship between the bottom fauna and plant detritus in streams. J. Anim. Ecol., 33: 463－476.

江口元章. 1980. 一つの渓流に混棲する二種のカワトンボの個体群戦略. 個体群生態学会会報, 33：10－19.

Elliott, J. M. 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream. Arch. Hydrobiol., 63: 202－237.

Elton, C. 1949. Population interspersion: an essay on animal community patterns. J. Ecol., 37: 1－23.

遠藤　彰. 1989. 作用中心から群集構造へ. 個体群生態学会会報, 45：65－75.

Furukawa-Tanaka, T. 1985. The ecology of salmonid fishes in Japanese mountain streams I. Food condition and feeding habit of Japanese charr, *Salvelinus leucomaenis* (PALLAS). Jap. J. Ecol., 35: 481－504.

Godbout, L. and Hynes, H. B. N. 1982. The three dimensional distribution of the fauna in a single riffle in a stream in Ontario. Hydrobiologia 97: 87－96.

御勢久右衛門. 1979a. 奈良県吉野川における底生動物の生態学的研究. Ⅲ. 吉野川における底生動物の流下及び遡上移動について. 淡水生物, 30：15－53.

————. 1979b. 日本産カゲロウ類④分類と検索(3). 海洋と生物, 1(4)：43－47.

Goto, A. 1981. Life history and distribution of a river sculpin, *Cottus hangiongensis*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 32: 10－21.

————. 1982 Reproductive behaviour of a river sculpin, *Cottus nozawae*, Japan. J. Ichthyol. 28: 453－457.

Harada, E. 1962. A contribution to the biology of the black rock fish, *Sabastes inermis* Cuvier et Valenciennes. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 10: 307－361.

Hart, D. D. · Resh, V. H. 1980. Movement patterns and foraging ecology of a stream caddisfly larvae. Can. J. Zool., 58: 1174－1185.

Hawkins, C. P. 1990. Relationships between habitat dynamics, food availability, and growth patterns of ephemerellid mayflies from Western North America. In: Campbell, I. C. (ed.) Mayflies and Stoneflies. 35－42. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Hayashi, F. 1989. Microhabitat selection by the fishfly larva, *Parachauliodes japonicus*, in relation to its mode of respiration. Freshwater Biology, 21: 489－496.

林　文男. 1989. 低酸素濃度に対する水生昆虫の呼吸反応. 陸水雑, 50：255－268.

————. 1990. 教材生物としての孫太郎虫（ヘビトンボ）. 遺伝, 44(3)：72－77.

Hayashi, F. · Nakane, M. 1988. A radio-tracking study on the foraging movements of the dobsonfly larva, *Protohermes grandis* (Megaloptera, Corydalidae). Kontyu, 56: 417－429.

Heggens, J. 1988. Physical habitat selection by brown trout (*Salmo trutta*) in riverine systems. Nord. J. Freshw. Res., 64: 74－90.

東　和敬・生方秀紀・椿　宣高. 1987. トンボの繁殖システムと社会構造. 318pp. 東海大学出版会.

久居宣夫・新井二郎. 1973. 砂泥底における水生昆虫群集の分布と構造. 東京都高尾自然史博物館研究報告, 5：229－246.

————————. 1974. 掘潜型水生昆虫（モンカゲロウ属・サナエトンボ科）群集の分布様式. 東京都高尾自然史博物館研究報告, 6：17－26.

堀　道雄・遊磨正秀・上田哲行・遠藤　彰・伴　浩治・村上興正. 1978. ゲンジボタル成虫の野外個体群. インセクタリウム, 15(6)：4－11.

石田昇三・石田勝義. 1985. トンボ目 Odonata. 「日本産水生昆虫検索図説」(川合禎次編), 33－124. 東海大学出版会.

石綿進一. 1989. マダラカゲロウ――系統的分化と小生息場所の分割利用. 「日本の水生昆虫」(柴谷篤弘・谷田一三編), 42－52. 東海大学出版会.

伊藤和雄. 1975. ウグイ属3種の産卵習性. 水産孵化場研究報告, 30：39－42.

伊藤富子. 1989. カクツツトビケラ類――造巣習性と生息場所をめぐる比較生態. 「日本の水生昆虫」(柴谷篤弘・谷田一三編), 85－98. 東海大学出版会.

開発　緑. 1989. 数種カゲロウ目幼虫の成長に伴う微細生息場所の変化. 奈良女子大学生物学教室修士論文.

可児藤吉. 1944. 渓流棲昆虫の生態. 古川晴男(編), 昆虫（上）：171－317. 研究社.

————. 1952. 晩春の川にて. 2　ホシクロガガンボ. 木曽王滝川昆虫誌. 木曽教育会.

狩谷貞二. 1954. 広瀬川産ウグイに就いて第1報. 産卵と発生. 日本水産学会東北支部会報, 5.

片野　修. 1987. コイ科雑食性魚類の生態に関する“個体モザイク説”. 淡水魚, 終刊号：55－62.

Katano, 1990. Dynamic relationships between the dominance of male dark chub, *Zacco temmincki*, and their acquisition of females. Anim. Behav., 40: 1018－1034.

片野　修・斉藤憲治・小泉顕雄. 1988. ナマズ *Silurus asotus* のばらまき型産卵行動. 魚類学雑誌, 35：203－211.

川合禎次・磯辺ゆう. 1985. カワゲラ目 Plecoptera. 「日本産水生昆虫検索図説」(川合禎次編), 125－148. 東海大学出版会.

川尻　稔. 1956. 千曲川におけるウグイ漁業特にツケバ漁業とウグイの増殖について. 淡水研報, 5：1－41.

川那部浩哉. 1957. アユのなわばり. 自然, 12(8)：3－11.

————. 1970. アユの社会構造と生産Ⅱ－15年間の変化をみて－. 日生態会誌, 20：144－51.

————. 1973. エルトンの個体群と生息場所の相互的散在をめぐって. ミチューリン生物学研究, 9(2)：100－109.

————. 1977. 川の上と下. 自然, 32(8)：42－53.

川那部浩哉・宮地伝三郎・森　主一・原田英司・水原洋城・大串龍一. 1956. 遡上アユの生態1. とくに淵におけるアユの生活様式について. 京大生理生態業績, 79：1－37.

建設省河川局. 1989. ふるさとの川をつくる. 181pp. 大成出版社.

Martin, J. C. · Knight, A. W. 1989. The effect of long pools on the drift of macroinvertebrates in a mountain stream. Hydrobiologia, 185: 63－70.

丸山　隆. 1981. ヤマメ *Salmo*（*Oncorhynchus*）*masou masou*（BREVOORT）とイワナ *Salvelinus leucomaenis*（PALLAS）の比較生態学的研究Ⅰ. 由良川上谷における産卵床の形状と立

地条件．日生態会誌，31：269－284.
松浦茂樹・島谷幸宏．1987．水辺空間の魅力と創造．210pp．鹿島出版会.
水口憲哉．1969．オイカワ（*Zacco platypus*（T. & S.））の繁殖生態と分布域の拡大にともなう二，三の形質の変異．博士学位論文.
水野信彦．1986．河川改修と魚類．中流域（アユ漁場）での河川改修の改善策3．－直線河道での淵の形成，その他－．淡水魚，1986（12）：25－30.
――――（監修）．1987．内水面漁業環境・利用実態調査報告書．魚のすみよい川への設計指針案．265pp．全国内水面漁業共同組合連合会.
水野信彦・御勢久右衛門．1972．河川の生態学．245pp．築地書館.
水野信彦・川那部浩哉・宮地伝三郎・森　主一・児玉浩憲・大串龍一・古屋八重子．1958．川の魚の生活Ⅰ．コイ科4種の生活史を中心にして，京大生理生態業績，81：1－48.
森　誠一・渡辺勝敏．1990．淡水魚の保護：ハリヨとネコギギの場合から．淡水魚保護，3：100－109.
森　主一．1946．クロスジヒゲナガトビケラの日周群飛活動．京大生理生態業績，61：1－25.
森　主一・松谷幸司．1953．トビケラ類の日周活動とすみわけ．動雑，62：191－198.
中村一雄．1952．千曲川産オイカワ（*Zacco platypus*）の生活史（環境・食性・産卵・発生・成長・其他）並びにその漁業．淡水区水産研究所報告，1：2－25.
中村守純・元信　堯．1971．アユモドキの生活史．資源科学研究所彙報，75：8－15.
西田　睦．1978．びわ湖のコアユの産卵生態．Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries 44: 577－585.
Nishimura, N. 1984. Ecological studies on the net-spinning caddisfly, *Stenopsyche marmorata* Navas 6. Larval and pupal density in the Maruyama River, Central Japan, with specieal reference to floods and after flood recovery processes. Pysiol. Ecol. Japan. 21: 1－34
西村　登．1987．ヒゲナガカワトビケラ．144pp．文一総合出版.
野崎隆夫・小林紀雄．1987．森戸川（神奈川県三浦半島）におけるホタルトビケラの生活史，特に幼虫の陸上夏眠と蛹化および陸上産卵について．陸水雑．48：287－293.
荻野　昭．1978．ホタルの飼育．インセクタリウム，15(6)：20－26.
大場信義．1983．こども自然公園のゲンジボタルの生態調査．こども自然公園環境調査報告書．7－18.
大串龍一・川那部浩哉・原田英司．1956．淵の底の底生動物群集．生理生態，7：61－71.
大野正彦．1984．東京都内におけるユスリカの生態Ⅱ．善福寺川におけるユスリカ幼虫の分布．日生態会誌，34：101－111.
――――．1985．同上Ⅲ．善福寺川に生息する2種のユスリカ幼虫の酸素欠乏に対する耐性．日生態会誌，35：103－111.
Percival, E. · Whitehead, H. 1926. Observations on the biology of the mayfly, *Ephemera danica* Müll. Proc. Leeds Phil. Lit. Soc., 1: 136－148.
リバーフロント整備センター(編)．1990．ふるさとの川をつくるⅡ．172pp．大成出版社.
六山正孝，1966．吉野川・紀ノ川におけるトンボ幼虫の分布．淡水生物，11：2－10.
ロシター，アンドリュー．1989．シマトビケラ科幼虫の生態的分化（総説）．「日本の水生昆虫」（柴谷篤弘・谷田一三編），130－140．東海大学出版会.
Rubenstein, D. I. 1984. Resource aquisition and alternative mating strategies in water striders. American Zoologist 24: 345－353.
斉藤憲治・片野　修・小泉顕雄．1988．淡水魚の

水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日生態会誌, 38：35－47.

Scott, D. 1958. Ecological studies on the Trichoptera of the River Dean, Cheshire. Arch. Hydrobiol., 54: 340－392.

Scrimgeour, G. J. · Winterbourn, M. J. 1989. Effects of flood on epilithon and benthic macroinvertebrate populations in an unstable New Zealand River. Hydrobiologia, 171: 34－44.

Söderström, O. 1987. Upstream movements of invertebrates in running waters. A review. Arch. Hydrobiol., 111: 197－208.

Söderström, O. · Nilsson, A. N. 1987. Do nymphs of *Parameletus chelifer* and *P. minor* (Ephemeroptera) reduce mortality from predation by occupying temporary habitats? Oecologia, 74: 39－46.

Söderström, O. · Johansson, A. 1988. Effects of habitat on development, fecundity, and susceptibility to parasites in *Parameletus chelifer* and *Parameletus minor* (Ephemeroptera). Can. J. Zool., 66: 2715－2725.

Sweeney, B. W. · Vannote, R. L. 1978. Size variation and the distribution of hemimetabolous aquatic insects: two thermal equilibrium hypotheses. Science, 200: 444－446.

高橋剛一郎. 1988. 渓流環境の保全に関する砂防学的研究. 北海道大学農学部演習林研究報告, 45：371－453.

高村健二. 1979. オイカワ幼魚の生息場所利用について. 日生態会誌, 29：295－306.

Takemon, Y. 1985. Emerging behaviour of *Ephemera strigata* and *E. japonica* (Insecta: Ephemeridae). Physiol. Ecol. Japan, 22: 17－31.

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

————. 1988a. カゲロウ類の多様な羽化行動. フライの雑誌, 5：19－21.

————. 1988b. カゲロウ類の産卵行動とスペントの行方. フライの雑誌, 6：95－97.

————. 1989. モンカゲロウ属の羽化・繁殖様式と流程分布.「日本の水生昆虫」(柴谷篤弘・谷田一三編), 29－41. 東海大学出版会.

————. 1990. 京都府のカゲロウ類. —分類学上の問題点と種類相の特徴について—. 同志社大学理工学研究報告, 31：49－63.

Takemon, Y. 1990. Reproductive ecology of the mayfly *Epeorus ikanonis* (Ephemeroptera: Heptageniidae). Ph. D Theses, Kyoto University.

谷田一三. 1978. 第5章京都市内河川の現状の総括と将来の展望.「京都市内河川の生態学的研究」[Ⅰ], 133－139. 京都市公害対策室.

Tanida, K. 1984. Larval microlocation on stone faces of three *Hydropsyche* species (Insecta: Trichoptera), with a general consideration on the relation of systematic groupings to the ecological and geographical distribution among the Japanese *Hydropsyche* species. Physiol. Ecol. Japan, 21: 115－130.

谷田一三. 1989. シマトビケラ属幼虫の生態－営巣位置の「すみわけ」をめぐって.「日本の水生昆虫」(柴谷篤弘・谷田一三編), 118－129. 東海大学出版会.

谷田一三・古川哲夫・桜井正美. 1978. 第3章底生動物.「京都市内河川の生態学的研究」[Ⅰ], 31－88. 京都市公害対策室.

Tanida, K. · Maruyama, T. · Saito, Y. 1989. Feeding ecology of Japanese charr (*Salvelinus leucomaenis*) in a high moor and adjacent streams in central Japan. Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol. 1: 279－294.

谷田一三・竹門康弘. 1981. 深泥池の水生昆虫. —カゲロウとトビケラを中心に—.「深泥池の自然と人. 深泥池学術調査報告書」, 205－218. 京都市文化観光局.

内田臣一. 1991. カワゲラの分布と水温—多摩川を例として. インセクタリウム, 28(1)：20－25.

卜部弘美・高村健二・細谷和海. 1978. 第4章魚

類.「京都市内河川の生態学的研究」[Ⅰ], 89－132. 京都市公害対策室.

Vannote, R. L. 1978. A geometric model describing a quasi-equilibrium of energy flow in populations of stream insects. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 75: 381－384.

Vannote, R. L. · Sweeney, B. W. 1980. Geographic analysis of thermal equilibria: a conceptual model for evaluating the effect of natural and modified thermal regimes on aquatic insect communities. Am. Nat., 115: 667－695.

Watanabe, N. C. 1988. Life history of *Potamanthodes kamonis* in a stream of central Japan (Ephemeroptera: Potamanthidae). Verh. Internat. Verein. Limnol., 23: 2118－2125.

Williams, D. D. 1984. The hyporheic zone as a habitat for aquatic insects and associated arthropods. In: Resh, V. H. & Rosenberg, D. M. (eds.) The Ecology of Aquatic Insects. pp. 430－455, Praeger Publishers, New York.

吉田　真. 1977. 渓流付近に生息するクモ4種の造網場所選択—餌量を中心とした共存条件についての一考察—. Acta Arachnol., 27：261－282.

遊磨正秀. 1987. 人工水路のゲンジボタル成虫個体群. 遺伝, 41(3)：48－52.

Yuma, M. · Hori, M. 1981. Gregarious oviposition of *Luciola cruciata* Motschulsky (COLEOPTERA: LAMPYRIDAE). Physiol. Ecol. Japan, 18: 93－112.

———— · ————. 1990. Seasonal and age-related changes in the behaviour of the Genji Firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae). Jpn. J. Ent., 58: 863－870.