

人と水辺環境
——ホタルを通して考える——

山本 義和・湖山 歌林

Summary

Restoration of riversides for the breeding and growth of firefly in consideration of natural ecosystem

YAMAMOTO Yoshikazu, KOYAMA Karin*

*(alumna)

Until a mid-twentieth century, most of countries in Japan were full of nature e.g. paddy fields, small streams, ponds and bushes etc.. Genji-firefly (*Luciola cruciata*) and Heike-firefly (*Luciola lateralis*) were most popular insects in every wet place in Japan even in urban area of cities, and loved by many people through long historical period until the rapid and large scaled industrialization damaged the environmental conditions for these two species.

Rivers and streams were changed into concrete channels and polluted by a great many of chemical substances. As a result, the good conditions for the breeding and growth of firefly larvae were widely lost and fireflies have decreased in watersides in Japan.

In June 2001, field observations for the counting of fireflies were carried out at 4 rivers in Nishinomiya City, Hyogo Prefecture, Japan. Water samples from 4 rivers were taken for water quality analysis, and plant communities beside rivers were studied in all seasons.

Based on the present research, the main factors of natural environment needed for the conservation of fireflies were estimated as follows: ① water flow with moderate speed and shallow water zone along water edges, ② gradient banks made of natural soils and natural plant community on the banks, ③ regulation of water pollution and maintenance of water level.

1. 緒言

近年、「親水」という言葉が注目されている。この言葉が示すように、水辺の価値が見直されはじめ、水辺の復元のための工事が各地で行われている。またそれらを受けて、自治体や市民レベルで行われている水辺の保護や水質の保全活動も盛んである。20世紀後半までの時代は、治水や利水だけの目的で河川や小川を見てきたことを考えれば、飛躍的な前進といえる。しかし、この親水事業にも問題がないわけではない。成功しているケースもあるが、人間最優先主義の思想に基づくものが多くを占めているように思われる。すなわち、景観を重視して人が利用しやすいように整備された河川環境をつくれれば、多くの人々が近くの河川に足を運ぶことになるので、親水と呼べるかもしれない。しかし、本当の意味での親水とは何なのだろうか。

私達が親水という言葉で求めていくべき水辺環境は、人だけでなくその水辺にかかわる生き物にとっても求められるべき環境であってほしいと思う。今後は、人と生き物と水辺環境の三者が、どのような関係を保っていくべきかが問われる時代である。

そのような観点で、水辺の生き物と環境に焦点を当てた調査・研究はあまり行なわれていない。今回調査対象としたのは、水辺の生き物の中でも特に注目されているホタルである。ホタルは、きれいな水、美しい光、命のはかなさなど、常にシンボリックで人に好まれるイメージとともに私たちの中に存在している。このことから、ホタルは親水という言葉にも常に繋がりを持ち、そのイメージも手伝って、保護活動が他の野生生物に比べれば盛んである。現在、全国各地でホタルの里づくり運動が熱心に展開されているのはその表れであろう。このようなホタルを、個体数調査、水質調査、植生調査の3側面から研究することによって、私達が見落としがちな水辺の生き物が求める環境を考えたいと思う。そして、そこから人と水辺環境がどのようなかかわりをもっていくべきかを考えたい。

2. 調査地点の概要

今回の研究対象とした兵庫県西宮市の仁川、観音川、水分谷川、夙川の調査地点を図1に示す。

(1) 仁川 (甲山橋周辺)

甲山橋は甲山を源流とする仁川の中流部にあたり、仁川ピクニックセンターの中に位置している。上流部は山の谷あい流れ、中流部、下流部は広い川原の中を流れる。調査地点に山間部より流入する小河川は、豊富な水量で急な傾斜を流れる。

調査地点の川幅は約4～5m、水深は場所によって差はあるが約20～30cmである。川底勾配は、上流部では急で水の流れも速い。中流部と下流部では、水の流れも緩やかである。底質は上流部では大きい岩が多く、下流になるに従って細かい石や砂が多くを占める。また、日照

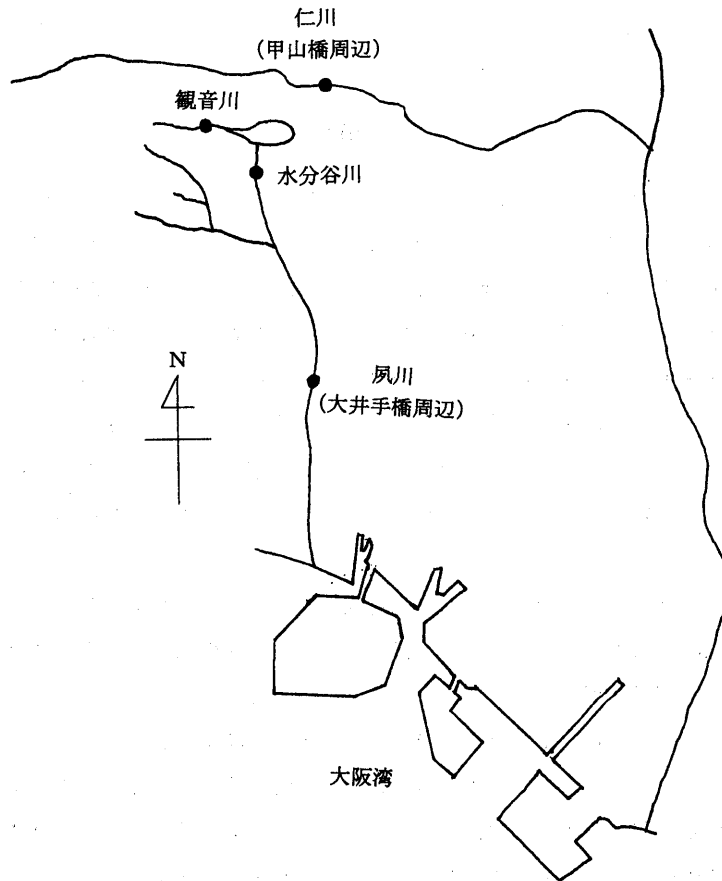


図1 西宮市における各河川の調査地点

条件においては山間部を通る上流部と中流部は樹木が川を覆う形になっているので、一日中日陰の部分が多い。(図2) 下流部の川原では、日光が比較的良好に当たる。

周辺環境は、仁川ピクニックセンターの中にあるために人が入りやすく、近くの川原では週末にはピクニックで訪れる人も多い。近くには、西宮市によって生物保護地区に指定されている甲山湿原がある。

川には種の特定はできなかったが魚類が多く見られた。また、ゲンジボタルの餌となるカワニナも上流部と中流部に見られ、流れが緩やかな中流部では特に多く観察できた。

近所の方に話を聞くと、この場所は毎年ホタルが見られることで有名だということだった。

(2) 観音川

観音川は、山間部から流れてくる2本の小さな川が合流して成る。そして、北山貯水池へと流れ込む川でもある。

調査地点の川幅は約3m、水深は約20cm~30cm、左岸は高さ約2mのコンクリート護岸で、幅約1mほどのアスファルトの歩道に続いている。右岸は、上流部では左岸同様コンクリート護岸から山に続いており、中流部ではそのまま山の斜面に続いている。下流部では、左岸同

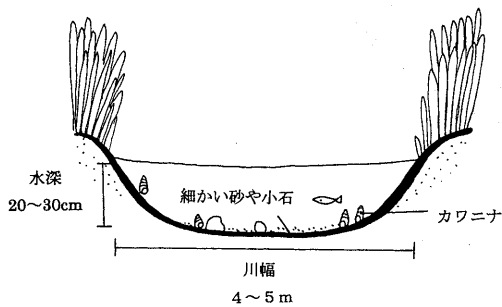
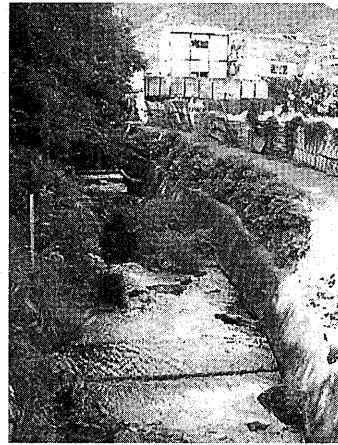


図2 仁川の調査地点とその横断面図

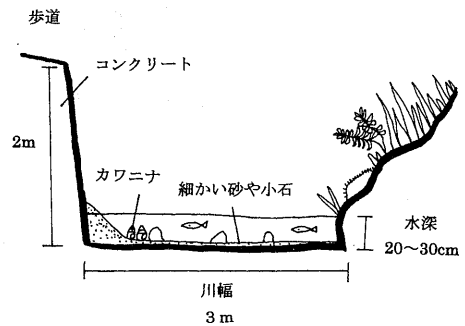


図3 観音川の調査地点とその横断面図

様コンクリート護岸で北山貯水池に向かう道に沿って流れている。川底勾配は全体的に緩やかで、水の流れも穏やかであり、小さな段差になっている数箇所では流れが速くなる。底質は細かい砂や小石が多く、中流部では大きな石がいくつか見られた。日照条件においては、川全体がほぼ山の斜面に接しているために、山の樹木によって常に日陰の状態である。周辺環境は、上流部では道路に接し、中流部では畑や水田が近くにあり、民家も多い。空き缶、袋などのゴミが他の3つの川に比べると目立った。(図3)

川には、オイカワやカワムツと思われる魚類が多く見られた。ゲンジボタルの餌となるカワニナは中流部の流れの緩やかな部分に多く見られた。

西宮市2000年度ホタル生息調査結果¹⁾によると、この河川ではホタルが毎年観察できると報告されていたが、この周辺で働いている人にこのことを聞いてみても、知っている人はほとんどいなかった。

(3) 水分谷川

水分谷川は、北山貯水池を水源として夙川に続き、水分谷と呼ばれる谷の間を流れる小川である。

調査地点の川幅は1～2m、水深は岩と岩の間を水が流れている状態なので場所による差はあるが約10cm～15cmである。左岸は山の斜面に続き、右岸は幅約2mの斜面から道路に続

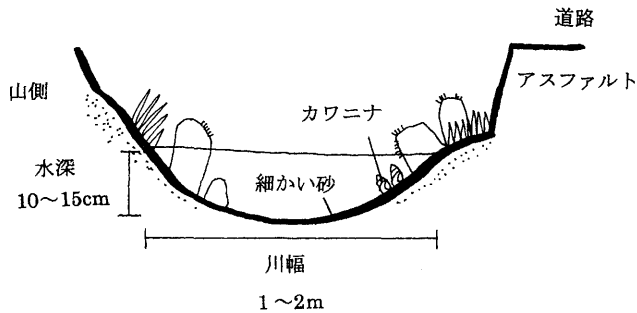
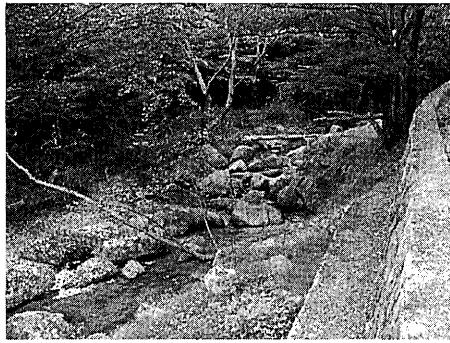


図4 水分谷川の調査地点とその横断面図

いている。川底勾配は上流部では緩やかであるが、中流部と下流部では4つの調査河川の中で一番の急勾配であり、水の流れも速く、水が少し濁っている部分もある。底質は、上流部では石切り場に近いかもあって大きな岩が多く見られた。下流部になるに従って石の大きさも小さくなり、細かい砂や石であった。日照条件においては、山側から伸びている樹木と、道路側に植栽されたと見られる樹木が川の上を覆っており、常に日陰の状態にある。(図4)

周辺環境は、道路側のすぐ近くに閑静な住宅街がある。川の流れの緩い上流部と中流部に少し大きなカワニナが多く見られた。魚類はあまり見られなかった。イノシシがよく出るそうであり、我々も調査中に一度出会った。

近所の方に話を聞くと、ここ数年ホタルをちらほら見るが、下水道工事をしてからは減少したということだった。

(4) 夙川 (大井手橋周辺)

夙川は、水分谷川に続く川であり、西宮市西部の住宅地域を流れ、大阪湾に注ぐ2級河川である。

調査地点の川幅は約7~8m、水深は約20~30cm、場所によっては約1mの深い部分もある。両岸は、幅1.5m位の川中道路と高さ約2mのコンクリート製高水位護岸で公園に続いている。川底勾配は緩やかなので水の流れも緩やかである。しかし、約50cmの段差がつけられた所では水の流れが速い。底質はコンクリートの上に少し砂がのっている。その上に苔や水草が生えている部分もある。日照条件においては、川の上には覆うものがないので、常に直射日

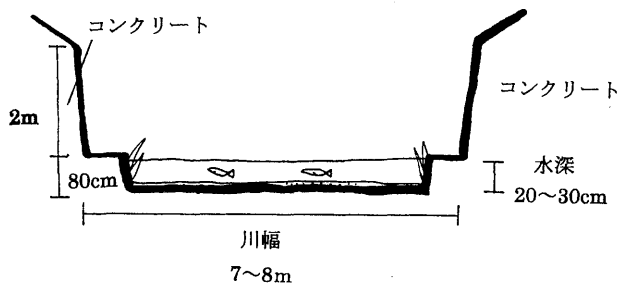
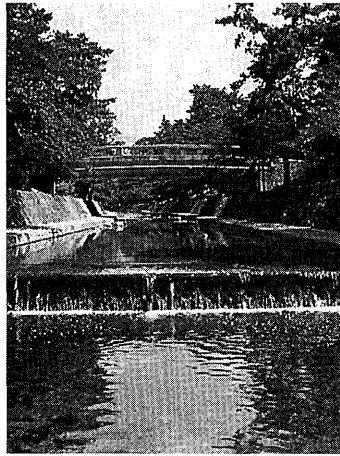


図5 夙川の調査地点とその横断面図

光が当たっている。(図5)

周辺環境は、川の両側にはほとんどの所で遊歩道が整備され、公園になっている。人もよく通り、近くには交通量の多い道路が通っている。

川面には、冬ではカモなどの渡り鳥がいる。放流されたニシキゴイがたくさん見られ、フナやオイカワなどの魚類も多く見られた。

3. 調査方法

(1) ホタルの個体数調査

西宮市のホタル生息調査結果^{1,2)}を参考として、仁川(甲山橋周辺)、観音川、水分谷川の3河川については2001年6月11日(第1回調査日)と6月15日(第2回調査日)の計2回調査を行った。

調査方法は、調査を始める地点から終わりの地点まで(仁川160m、観音川160m、水分谷川300m)を一定の速さで歩き、ホタルの発光を目視で観察する方法である。その日の天候、開始時刻、終了時刻、風量、気温、ゲンジボタル(*Luciola cruciata*)とヘイケボタル(*Luciola lateralis*)の種別、個体数、観察できた地上高、観察できたホタルの状況などを調査項目とした。ゲンジボタルとヘイケボタルの識別は飛翔・発光の相違によって判断した。すなわち、ゲ

ンジボタルはゆっくりと、ヘイケボタルは尾を引くように発光する。

(2) 水質調査

調査項目と調査方法は、表1の水質調査方法³⁾のとおりである。調査は図1に示した採水地点において2001年5月から2002年1月まで計7回行った。幼虫期を水の中で過ごすゲンジボタルが生息する河川と生息しない河川では、水質がどのように違うのかを検討するのが調査の目的である。

調査方法は次のとおりである。採水地点では、まず水質分析のための採水を行い、水温と気温を測る。また、現地で行う作業としては、溶存酸素(DOと略記)を測定するため、ふ卵ビンで採水を行い、その場で上記の方法に従って酸素固定をする。採水した水は、水温が上がらないようにクーラーボックスに入れて神戸女学院大学の研究室まで持ち帰る。研究室では、表1に示した方法に従ってDOの測定、生物化学的酸素要求量(BODと略記)の1日目の測定、浮遊物質量(SSと略記)、塩化物イオン(Cl⁻と略記)、アンモニア態窒素(NH₄-Nと略記)、オルトリン酸(H₃PO₄と略記)の測定を行う。その日のうちにBODの5日目用のサンプルも調製する。5日後、BODの測定をして水質分析が終了する。

表1 水質調査法

調査項目	単位	測定方法
気温	℃	ガラス製棒状温度計
水温	℃	ガラス製棒状温度計
pH		pH測定装置(HORIBA pH METER F-21)
DO	mg/l	ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
BOD	mg/l	ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
SS	mg/l	光度法 水質分析器(HACH社 DR/2000型)
Cl ⁻	mg/l	チオシアン酸第二水銀法 水質分析器(HACH社 DR/2000型)
NH ₄ -N	mg/l	ネスラー法 水質分析器(HACH社 DR/2000型)
H ₃ PO ₄	mg/l	PhosVer 3 アスコルビン法 水質分析器(HACH社 DR/2000型)

(3) 植生調査

各河川での採水日に、採水地点付近の河川敷内に生えている主だった植物を採取し、フィールド版日本の野生植物⁴⁾により鑑定分類するとともに、左右両岸の水際環境を目視調査した。

ホタルが生息している河川と生息していない河川では、周辺環境や植生がどのように違うのか、また、ホタルが生息するにはどのような植生が良いのかを調査・検討した。

4. 調査結果および考察

(1) ホタルの個体数調査

調査地点におけるホタルの個体数調査結果は図6に示す。

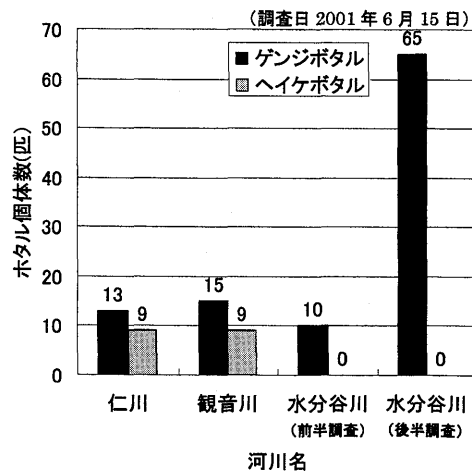
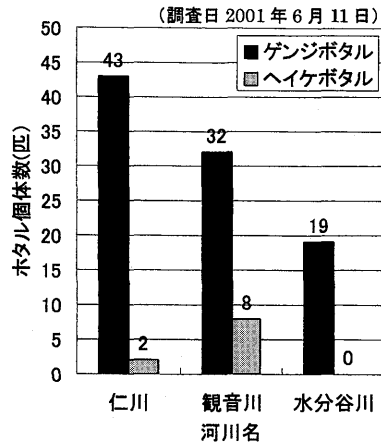


図6 調査地点におけるホタル個体数の調査結果

仁川 (甲山橋周辺)

調査は、第1回調査2001年6月11日 (pm 8:05~8:41) と第2回調査2001年6月15日 (pm 9:16~9:34) に分けて行った。第1回調査では上流部8匹、中流部14匹、下流部23匹の計45匹のホタルが観察できた。第2回調査では上流部1匹、中流部0匹、下流部21匹の計22匹であった。ホタルはどちらの日も下流部で多数が観察できた。下流部は少し開けた場所であり、他の場所に比べて飛翔できる空間が広く、観察もしやすい場所であることが、この場所においてホタルを多く観察できた理由の一つであろう。なお、ゲンジボタルの交尾は主に川原の草むらで行われ、産卵場所は孵化直後に幼虫が水に接することが可能な水辺の柔らかい苔とされている。ヘイケボタルも同じような場所で交尾し、水田の畦などに生える草や苔に産卵する⁵⁻⁷⁾ことから、交尾や産卵の場所としても下流部は適当な場所であったと考えられる。

第1回調査と第2回調査での個体数の相違は、観察時刻の違いに基因するものと考えられる。ホタルの発光ピークは場所やその時の天候によっても異なるが、この時期では日没30分後

がピーク時とされている⁴⁾ことから、ピーク時に近い第1回調査で個体数が多くなったと考えられる。

ヘイケボタルが第2回調査で比較的多く見られたのは、ゲンジボタルとヘイケボタルの発生期の相違が関係していると思われる。すなわち、ゲンジボタルは6月の月上旬、ヘイケボタルは7月中旬から8月末頃が発生期と考えられている。⁶⁻⁹⁾しかし、田畑などの止水域をすみかにしていると考えられるヘイケボタル^{5,6)}が、周辺に田畑が見られないこの場所で観察できたことは、近くの湿地帯に生息しているという可能性も否定できない。

筆者らが観察中に、多くの人々がこの場所を訪れていた。近所の人達や、ここにボタルを毎年見に来ている方々や、生物観察調査のために来ている方など、年齢も目的も様々である。人々はボタルを観察しやすいスポットとしてこの場所を認識しているのであろう。小さな子供の歓声が聞こえ、ボタルに詳しい年配の方が、ボタルを手にとって子供達に説明している姿も見られた。筆者らはボタルの調査で来ていることを忘れてしまうほど、のどかで、どこか懐かしく癒される感じがした。

観音川

調査は、第1回調査2001年6月11日 (pm 8:57~9:10)、第2回調査2001年6月15日 (pm 8:52~9:02) に分けて行った。第1回調査では上流部0匹、中流部40匹、下流部0匹の計40匹のボタルが観察できた。第2回調査では上流部0匹、中流部24匹、下流部0匹の計24匹であった。ボタルはどちらの日も中流部で多数が観察できた。ここは河川の一方が山側、もう一方がコンクリート護岸の場所である。一方、コンクリート3面張り護岸である上流部と下流部では観察できなかった。同じ河川でわずかな距離を隔てただけにもかかわらず、ボタルが観察できる場所と観察できない場所に分かれたのは、3面コンクリート護岸の場合には河道にボタルがとまっていられる植物が少ないためと考えられる。

第1回調査ではゲンジボタルが多く観察できたが、第2回調査ではゲンジボタルの個体数が約1/2に減少し、ヘイケボタルの個体数がやや増加した。これは、両種の発生期の相違⁶⁻⁹⁾によると考えられる。また、ゲンジボタルとヘイケボタルの観察できた場所が棲みわけでもするように違っていた。苔の多い水際でゲンジボタルが多く観察できたのは、仁川の調査結果でも考察したように産卵に適した場所であるためと考えられる。一方、水際ではなく山の斜面にヘイケボタルが多く観察できたのは、周辺の田畑からヘイケボタルが飛翔してくるためと考えられる。ゲンジボタルとヘイケボタルの両種が観察された場所は、歩道側ではなく山側だった。歩道側は護岸がコンクリートなので、ボタルがつかまる場所がないと思われる。わずか2回だけの調査ではあるが、こんなに小さな細い川でも条件さえ整っていればボタルが生息できることを確認できた。

筆者らの観察中に、近所の住民で毎年見にきておられる1組の家族が訪れていた。観音川にボタルがいることを知っている人は少ない。この場所は人がたくさん通れるスペースもないうえ、夜は暗くて危険である。しかし、この場所でボタルが観察できることを知っている人々にとって、初夏は待ち遠しい季節になっているに違いない。

水分谷川

第1回調査は2001年6月11日 (pm 7:25~7:45) に、第2回調査は2001年6月15日 (pm 7:45~8:15と pm 8:20~8:35) に行った。

6月15日に2度の調査を行ったのは、調査途中でゲンジボタルとカワニナを毎年この川の上流部に放流しているという方に出会い、その方の自宅内の大規模な飼育籠を見学させていただいたからである。

第1回調査では上流部19匹、中流部0匹、下流部0匹の計19匹のゲンジホタルが観察された。第2回調査の前半 (pm 7:45~8:15) では上流部10匹、中流部0匹、下流部0匹の計10匹であった。後半 (pm 8:20~8:35) では上流部18匹、中流部47匹、下流部0匹の計65匹であった。第1回調査において上流部にゲンジボタルだけが多く観察された理由を考えていたが、第2回目調査でゲンジボタルを放流している方と出会い、この川に出現しているゲンジボタルは放流して羽化した個体、あるいは放流によってこの川に定着しつつある個体群ということが分かった。ここで注目すべきことは、pm 7:45~8:15よりも pm 8:20~8:35の方が調査時間が1/2であるにもかかわらず、3倍以上の数を確認できたことである。これは、この場所でのゲンジボタルの発光ピークによるものと考えられる。ゲンジホタルが観察された場所は、ほとんどが植物の多い山側であった。道路側では少ししか観察することが出来なかった。水分谷川でヘイケボタルを観察できなかった理由としては、ゲンジボタルが主として流水域を生活圏とするのに対して、この種は水田や湿地などの止水域を主な生活圏としている⁵⁾ことにも関係していると思われる。

なお、ゲンジボタルの餌であるカワニナは、仁川、観音川、水分谷川の調査地点においては数多く確認できたが、夙川の調査地点では生息を観察できなかった。

この調査を通して、発光ピーク時にはより多数のホタルを観察できることが分かった。そのため、飛翔・発光する個体数から全体数を推定するのはやや難しいと考えられる。その場所での発光ピークを知り、その時間帯での調査を繰り返すことが、正しいデータを得る方法だと思われる。

筆者らが観察中に、川の前住宅地に住んでいる方々や少し遠方から来た人達が訪れていた。「何かいるのですか?」と、ホタルの存在を知らない人も何人かはいた。しかし、ホタルを観察できた人達は、口々に「きれいね」と言っていた。

夙川の調査地点ではホタルを観察できなかったが、それ以外の3つの河川調査で分かったことは、ゲンジボタル、ヘイケボタル共に発光ピークの時間帯があるということである。ホタルの個体数調査をする時にはホタルの発光ピークを踏まえて行なわなければならない。特に地点間の比較を目的とした調査では、調査の時間帯、調査日の天候、気温などにも十分配慮しなければならない。また、継続的に回数を重ねた調査を行うことが大切である。今回は2回分のデータしかなく、調査時間にもずれがあったので厳密な考察には限界がある。

観察中に訪れていた人々に関しては、やはりホタルを観察する上で条件の良い広い場所や、

足元に危険のない場所などに集中する傾向があった。一連の調査を通じて感じられたことは、次の①～④のように整理できる。①夜であったことも理由の一つであるが、子供からお年寄りまで幅広い年齢層の人々が訪れていた。②大人が子供を連れて観察に来ているパターンが多かった。③子供の親の世代でもホタルを見た経験のない人が多く、観察地でホタルの説明をしている人には年配の方が多かった。④観察地で初めて出会う人達が多いが、ホタルの話題だけで人々同士の会話がふくらんでいた。「ホタル、それは世代を越えて人と人とを結び付ける自然のシンボルである。」と改めて実感した。

(2) 水質調査

調査地点における水質調査結果は表2に示した。

仁川（甲山橋周辺）

7回の水質調査結果の平均値は、pH 8.31、DO 9.96mg/l、BOD 1.57mg/l、SS 2.6 mg/lであった。このことから、仁川は、「生活環境の保全に関する河川の環境基準」（以下、「環境基準」と略記）のA類型に該当する水質といえる。なお、DO飽和度は92.8～109.5%（平均99.7%）であった。これは、ホタルの幼虫および餌のカワニナ等の生息にとって、十分な溶存酸素量であると考えられる。水温は最低値が1月の6.0℃、最高値が7月の24.0℃であり、平均値が16.3℃であった。

表2 水質調査結果

調査項目	河川名（採水地点）			
	仁川（甲山橋）	観音川	水分谷川	夙川（大井手橋）
気温(℃)	7.5～27.0 (19.0)	5.0～28.0 (18.9)	8.5～30.0 (19.0)	8.0～29.5 (20.4)
水温(℃)	6.0～24.0 (16.3)	4.0～24.0 (15.6)	6.0～26.0 (18.0)	8.5～26.5 (18.6)
pH	7.87～8.70 (8.31)	7.86～8.25 (8.08)	7.93～8.15 (8.03)	7.72～8.17 (8.04)
DO(mg/l)	7.91～13.21 (9.96)	7.79～12.68 (9.72)	7.38～12.15 (9.30)	9.58～12.46 (10.96)
DO飽和度(%)	92.8～109.5 (99.7)	94.4～105.5 (98.4)	92.4～104.3 (98.8)	105.7～130.8 (119.3)
BOD(mg/l)	0.61～2.18 (1.57)	0.69～2.89 (1.68)	0.53～1.67 (1.18)	1.47～2.82 (2.13)
SS(mg/l)	N.D～5.0 (2.6)	2.0～8.0 (5.1)	1.0～8.0 (5.9)	1.0～7.0 (4.3)
Cl ⁻ (mg/l)	10.8～15.3 (12.5)	8.9～12.3 (10.7)	6.7～10.8 (9.0)	10.5～14.9 (12.8)
NH ₄ -N(mg/l)	N.D～0.05 (0.03)	0.01～0.08 (0.04)	0.03～0.13 (0.06)	0.02～0.08 (0.05)
H ₃ PO ₄ (mg/l)	0.29～0.40 (0.36)	0.14～0.42 (0.23)	N.D～0.11 (0.04)	0.08～0.78 (0.42)

水質調査は2001年7月～2002年1月までの計7回行った。

図中の数値は最小値～最大値（平均値）を示す。

N.Dは不検出を示す。

観音川

水質調査結果の平均値は、pH 8.08、DO 9.72mg/l、BOD 1.68mg/l、およびSS 5.1mg/lであり、仁川と同程度の水質を示し、環境基準のA類型に該当する水質であった。DO飽和度は94.4~105.5%（平均98.4%）であった。これは、仁川と同様にホタルの幼虫およびカワニナ等の生息にとって、十分な溶存酸素量であると考えられる。水温は最低値が1月の4.0℃、最高値が7月の24.0℃であり、平均値が15.6℃であった。調査地点では最も山間部に近いためか、最低・最高・平均水温ともに最も低い数値を示している。

水分谷川

水質調査結果の平均値は、pH 8.03、DO 9.30mg/l、BOD 1.18mg/l、およびSS 5.9mg/lであり、値は全体的に少し低めであるが、仁川や観音川に近似しており環境基準のA類型に該当する水質であった。DO飽和度は92.4~104.3%（平均98.8%）であった。これは、仁川、観音川同様、ホタルの幼虫およびカワニナ等の生息にとって、十分な溶存酸素量であると考えられる。水温は最低値が1月の6.0℃、最高値が7月の26.0℃であり、平均値が18.0℃であった。水分谷川は北山貯水池が水源になることから、同ダムに流入する観音川に比べて夏季にはやや高い水温を示している。

夙川（大井手橋周辺）

水質調査結果の平均値は、pH 8.04、DO 10.96mg/l、BOD 2.13mg/l、およびSS 4.3mg/lであり、値は全体的に少し高めである。仁川、観音川、水分谷川と比較するとBODが2.0mg/lを超えることから、環境基準のB類型に該当する水質と判断される。DOの飽和度は105.7~130.8%（平均119.3%）と過飽和の状態であった。水温は最低値が1月の8.5℃、最低値が7月の26.5℃であり、平均値が18.6℃であった。調査地点の中では、最低・最高・平均水温ともに最も高い数値を示している。

ホタルの生息を確認できた仁川、観音川、水分谷川は環境基準のA類型に該当し、生息が確認できなかった夙川は環境基準のB類型に該当した。つまり、川の中で幼虫期を過ごすゲンジボタルは、特に良好な水質を必要とすることが分かった。ゲンジボタルの餌となるカワニナの生息についても、この条件は重要である。

DO飽和度については、ホタルが生息する3河川では常に飽和状態であるが、ホタルが生息しない夙川でも過飽和状態であった。ゲンジボタルは常に酸素が十分に溶存する水を必要とする⁴⁾が、このことだけが生息の有無を決定する要因とは断定できない。水深も各河川共に約10~30cmなので、川床にもDOは十分に存在すると考えられる。このことは、エラ呼吸によって水中の溶存酸素を摂取するカワニナにも、酸素が供給されていることを示唆している。また、これらの河川では水深が浅く、常に川の流れがあることから、大気中の酸素が物理的に水中に供給されやすい条件も備えていると考えられる。

水温については、4河川の最低値は観音川の4.0℃で、最高値は夙川の26.5℃であった。採水は午前中だったので、採水当日の最高水温はより上昇する可能性が高い。そう考えると、日

陰のない夙川は夏季には水温が相当の高温まで上昇するだろう。ゲンジボタルを飼育するためには、夏季の最高水温を25℃以下に押さえるべきとされている⁵⁾ことから、ゲンジボタルは低めの水温が保てる場所を好んでいると考えられる。

Cl⁻、NH₄-N、H₃PO₄については、各河川ともにそれほど高い値を示さなかったので、化学肥料、工場廃水、生活廃水などが多く流入することはないと考えられる。4河川は生物層の面から見ても清流に生息する魚類がかなり観察され、透明度も高いので、比較的水質がよいといえる。

(3) 植生調査^{10,11)}

調査地点での植生調査結果は表3に示した。

仁川（甲山橋周辺）

仁川ピクニックセンターの広い川原は、湿地帯と砂地に分かれている。湿地帯には一面にスズメノヒエが生え、その中にイヌタデなどが混生している。川の淵にはカゼクサ、ミゾソバ、イヌタデ、ケネザサ、オランダガラシなどが生えている。採水地点付近にはハギやクリの木があり、川の上に覆いかぶさるように影を作っていた。ここは、人の出入が多く、草が刈られていたり、焼かれていたことが何度かあった。少し上流部の山の方に入っていくと、ホタルの産卵床として最適と思われる苔が岩の上に生えていた。

観音川

右岸側は山の斜面につながっており、シケシダやホタルの産卵床として最適と思われる柔らかい苔が生えていた。ここは山の斜面に生えている樹木によって日陰であり、かなり湿った感じの場所である。左岸側は高さ約2mのコンクリート護岸になっていて、そこには植物はほ

表3 植生調査結果

	科名	種名		科名	種名
仁川	イネ科	ナガハグサ	観音川	ナデシコ科	ハマツメクサ
		ホソムギ		イラクサ科	ツメクサ
		カゼクサ		キク科	コアカソ
		スズメノヒノエ		イワデンダ科	アメリカセンタンゲサ
		カモジグサ		セリ科	シケシダ
		ツルヨシ		イネ科	オヤブジラミ
		オニウシノケグサ		タデ科	ヒロハノウシノケグサ
		タデ科		ミゾソバ	ミゾソバ
		ボンドクタデ		イネ科	ミゾイチゴツナギ
		イヌタデ		イワデンダ科	シケシダ
	タケ科	コンゴウダケ	カバノキ科	ヒメヤシャブシ	
	ケネザサ	エゴノキ科	エゴノキ		
	クワ科	カナムグラ	オオバコ科	オオバコ	
	ブナ科	クリ	ベンケイソウ科	コモチマンネングサ	
	マメ科	ハギ	スマレ科	ツボスマレ	
	シソ科	クルマバナ	アブラナ科	イヌガラシ	
	アブラナ科	オランダガラシ	キンボウゲ科	キツネノボタン	
	キク科	ヨモギ	夙川	セリ科	セリ

とんど見られない。小さな川であるが、川の中州にミゾソバやヒロハノウシノケグサやアメリカセンタングサなどの植物が群生していた。

水分谷川

左岸側は山の斜面につながっており、シケシダ、ツボスミレ、キツネノボタンなどの植物が生えていた。また、ホタルの産卵床として最適と思われる苔が生えていた。エゴノキやヒメヤシャブシなどの山側の樹木が川を覆うように影を作っていた。右岸側は植林されたと思われるカエデなどの樹木が並んでいた。

夙川（大井手橋周辺）

兩岸ともに高さ約1～2mの低水位護岸で、その上は幅3～4mの歩道である。その上は高さ2m程度のコンクリート製高水位護岸で、公園に続いている。公園にはソメイヨシノなどが並んで植えられている。川の淵には、セリなどの植物が少し見られただけだった。

仁川は山間を流れ、広い川原があり、川原の植物の種類も豊富でよく繁茂していた。また、近くには甲山湿原もあり、ホタルの交尾、産卵などの場所として最適であり、ホタルが生息するのに理想的な場所だと考えられる。

観音川と水分谷川は、ホタルの生息する上で理想といわれている「水路をはさんで片側が雑木の斜面で、反対側が飛翔空間となる水田等のオープンランド」¹²⁾にほぼ近い環境だった。水分谷川では、開けた場所が少ないが、この形に近いので観音川と一緒に分類した。

ホタルが生息しない夙川には水生植物がほとんどなく、樹木が川面を覆うこともないので、ホタルの交尾や産卵生態を考慮すると生息が困難な環境と思われる。

ゲンジボタルの生活史を図7に示し、ホタルが観察できた河川とできなかった河川の特徴を表4にまとめて示す。

日本では実際に目にすることが可能なホタルは約30種と報告されている⁸⁾が、ゲンジボタルとヘイケボタルは、一生の大半である幼虫期を水中で過ごす。長い幼虫期を終えると、陸上に這い上がり、土の中で繭を作り蛹になる。そして、蛹の殻を破り成虫になり、陸上に姿を現す。交尾のために美しい光を発して舞い、水辺で産卵をし、長くて1週間の成虫での命を全うする。我々の調査結果から分かるように、ホタルが生息できる条件は、多くの人達がイメージしているような「きれいな水」さえあればよいというものではない。

水質はイメージどおりきれいなほうが好ましいが、幼虫期を水中で過ごすゲンジボタルやその餌となるカワニナは、低温には強いが高温には弱い⁹⁾ため、水温は年間を通して低めで一定に保たれている場所が望ましい。このことから、周辺環境は樹木等によって日陰になっていることが必要である。DOは水中の生き物にとっては十分に必要のため、飽和状態が望ましい。また、流れがあり水深が浅ければ川床にもDOが供給されやすい。底質については、砂礫がホタルにとってもカワニナにとっても好ましい。植生については、種類が多様でよく繁茂している状態が好ましいであろう。ホタルの交尾や産卵時にはそれに適した水草や苔が必要となる。

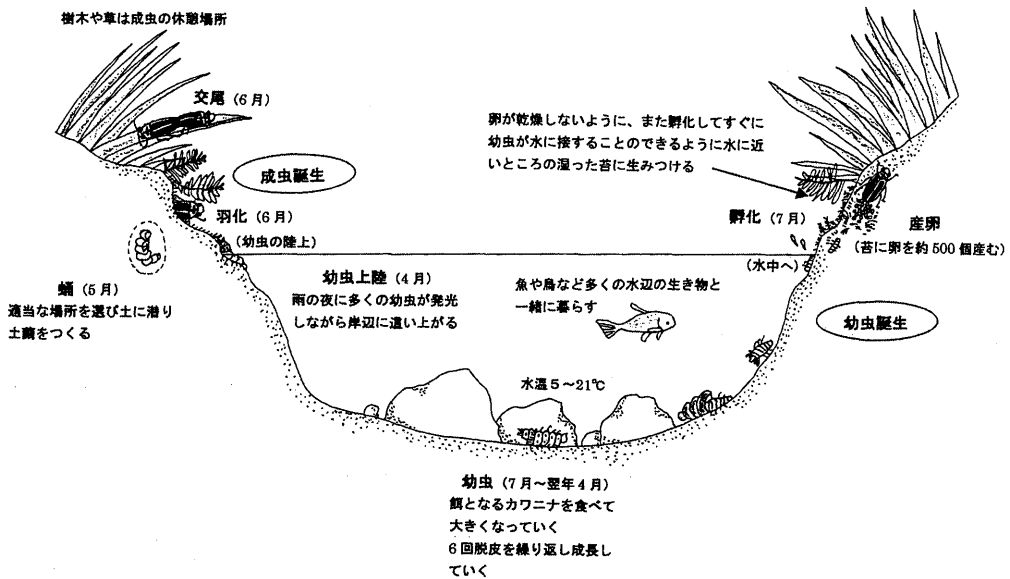


図7 ゲンジホタルの生活史

表4 ホタルが観察できた河川の特徴

ホタルが観察できた河川	ホタルが観察できなかった河川
<p>【水質】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・環境基準 A 類型に該当する ・水温は低めで一定である (日較差が小さい) ・溶存酸素は常に飽和状態 <p>【植生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物の種類は豊富で、よく繁茂している <p>【川の形状】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仁川：両岸が広い川原 ・観音川・水分谷川：一方の岸が山の斜面に続き、もう一方はコンクリート護岸 <p>【周辺環境】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周辺の樹木などによって日陰になっている 	<p>【水質】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・環境基準 B 類型に該当する ・水温が夏季、日中に高くなる (日較差が大きい) ・溶存酸素は常に過飽和状態 <p>【植生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物はほとんど観察できなかった <p>【川の形状】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夙川：両岸共にコンクリート護岸で川床もコンクリート <p>【周辺環境】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人為的につくられた環境

川の形状が3面コンクリートであると、ホタルが蛹になる際の上陸が困難になるため、望ましい環境ではない。

4河川のうち、人の出入りが特に多いのはホタルが観察できなかった夙川である。夙川は桜の名所として人々に親しまれ、人が出入りしやすいように河川や水辺が整備されている。私達はそのような場所を、自然の多い場所、安らぎの場所として好む。これが人間にとっての「親水」の典型的な例だといえる。しかし、私達人間が好む形が必ずしもその水辺全体を守っているということにはならない。ホタルの例からも分かるように、水辺の生き物にとっては望ましくない環境かもしれない。だからといって「水辺の生き物を守りたい。水辺を復元したい。ホタルのいる川を作りたい。」との考えのもとで、その川に植物を植えたり、多自然型河川工事

を推進することが必ずしも良いというわけではない。私達がすべきことは、人から見て美しいものだけを守っていくのではなく、身近な水辺環境が持っている本来の性質・特性と現状を理解し、その水辺に適合した復元や保護をすることではないだろうか。もともとホタルがいない川をホタルがいる川にしようとすることや、3面コンクリート護岸の川をいきなり人工的自然の豊富な川にすることは、人間世界の中でこそあり得ることで、自然界ではまるで突然変異と呼べる出来事である。私達は自然に働きかけて性急に答えを出そうとするのではなく、水の使い方やごみの問題など身近な生活環境問題を個人レベルで実践することから始めなければならないだろう。そういったことが、水辺環境を守るにあたって一番効果を発揮し、大事なことではないだろうか。私達が求めていくべき水辺環境は、人間のためだけではなく水辺の生き物にとっても求められるべき環境であってほしいと思う。人と野生生物が自然環境の中で共生できるような生態系の確立を目指した環境保全が必要とされる。

5. 謝辞

この論文の作成にあたり、多大な御助言を賜ったホタル研究家の大塚忠重と今城香代子、西宮市こども環境活動支援協会の小川雅由、神戸女学院大学人間科学部の遠藤知二と野寄玲児の諸氏に感謝します。また、ホタル個体数調査に協力いただいた神戸女学院大学人間科学部の奥村昌美、江口さやか、井上牧子、早田祥子さんにも記して感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 西宮市環境局環境部環境保全課。「西宮市2000年度ホタル生息調査結果」2000.
- 2) 西宮市環境局環境部環境保全課。「西宮の環境 2001年度版」2001.
- 3) 半谷高久, 小倉紀雄. 「水質調査法」丸善, 1985.
- 4) 佐竹義輔, 大井次三郎, 北村四郎, 互理俊二, 富成忠夫. 「フィールド版 日本の野生植物 草本」平凡社, 1985.
- 5) 森 清和. 水辺の再生とホタルの里づくり. 「特集ホタルの里づくり」(自然環境復元研究会編) 信山社出版, 1991; 35-48.
- 6) 矢島 稔, 荻野 昭. 「観察の本3 ホタル」偕成社, 1984.
- 7) 中根猛彦, 大場信義. 「グリーンブックス73 ホタルの観察と飼育」ニュー・サイエンス社, 1981.
- 8) 大場信義. 日本のホタル. 「特集ホタルの里づくり」(自然環境復元研究会編) 信山社出版, 1991; 13-22.
- 9) 宮下 衛. ヘイケボタルの住める田んぼを作ろう. 「特集ホタルの里づくり」(自然環境復元研究会編) 信山社出版, 1991; 83-93.
- 10) 西宮市立総合教育センター. 「甲山の自然①」1992.
- 11) 西宮市立総合教育センター. 「甲山の自然②」1993.
- 12) 「ホタル生息環境水質調査報告書」熊本県, 1989.
- 13) 中根猛彦. 世界のホタル. 「特集ホタルの里づくり」(自然環境復元研究会編) 信山社出版, 1991; 3-11.
- 14) 桜井義雄. 水辺の自然環境の保全と復元. 「特集ホタルの里づくり」(自然環境復元研究会編) 信山社出版, 1991; 105-112.
- 15) 吉村伸一. 生物環境と河川整備. 「特集ホタルの里づくり」(自然環境復元研究会編) 信山社出版

版, 1991 ; 119-136.

- 16) 今城香代子. 池田のヒメボタル (その1) 発生活長と配偶行動. *Nature Study* 2000 ; 46 : 115-116.
- 17) 今城香代子. 池田のヒメボタル (その2) 飼育下での産卵とふ化. *Nature Study* 2001 ; 47 : 15-16.
- 18) 今城香代子. ヒメボタルの生態的二型の飼育と実験的交雑. *昆虫と自然* 2001 ; 36 : 36-39.
- 19) 遊磨正秀, 生田和正. 「現代日本生物誌2 ホタルとサケ」岩波書店, 2000.
- 20) 水と文化研究会編. 「みんなでホタルダス」新曜社, 2000.

(原稿受理 2002年4月9日)