

ゲンジボタル成虫の発生消長と羽化数推定

——琵琶湖疏水の場合——

遊 磨 正 秀*・小 野 健 吉**

Seasonal changes and population estimate of the adult
firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae),
along the Biwako Canal, Kyoto City

Masahide YUMA* and Kenkichi ONO**

Adult population of Genji firefly, *Luciola cruciata*, was studied by the method of counting the flashes along the Biwako Canal in Kyoto City in 1983 and 1984. Adults distributed discontinuously along the canal. Although fireflies flew toward random direction between trees, they often avoided the bridge. So few adults should migrate over the bridge. Adults emerged from late May and were abundant until middle June in 1983, and emerged from early June and were abundant during 4 days in middle June in 1984. Such seasonal changes in the population may be influenced by the rainfall. Survival rate of adults was estimated to be 0.76–0.88 per day by the method of RICHARD and WALOFF, and hence the mean life span was 4–7 days. No predation on fireflies was observed, whereas it is probable that the removal of fireflies by human affects its survival rate. The total number of emergence was estimated to be about 3400 in 1983 and about 3200 in 1984 based on the number of flashes, its discovery rate and mean life span. The number of emergence per 10 m along the canal was 7–51 in 1983 and 23–27 in 1984. We must take notice of the difference in the discovery rate between observers when using this methods.

は じ め に

ゲンジボタル *Luciola cruciata* は 30～40 年前まで各地の河川に普通に生息していたが、その後激減した（昆虫と自然編集部, 1968; 大場, 1976; 大川ほか, 1976; など）。減少の原因としては、農薬や洗剤の流入による致死作用や餌種カワニナを含む生物群集の変化、川底のしゅんせつなどの幼虫に対する物理的作用や生息場所の変化、護岸工事による蛹化場所の悪化など、主に幼虫の生活にかかわるものが指摘されている（勝野, 1982; 兵庫むしの会, 1967; 倉敷昆虫同好会, 1982; など）。さらに本種は清冽な（貧腐水性）水域の指標生物にとり上げられ（津田・森下, 1974）、本種幼虫が生息し得ることが清水の証に利用されている。このような状況の中で昨今急速に広がったホタル類に対する保護運動では、

* 京都大学理学部動物学教室 Department of Zoology, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606, Japan.

** 京都市文化観光局文化財保護課 Section for Protection of Cultural Properties, Kyoto City Government, Kyoto 606, Japan.

原稿受理 1985年8月30日

横須賀市博物館業績第 329 号; 京都大学理学部動物生態学研究室業績 No. 479.

環境の保全や整備のみならず、試行錯誤的な幼虫放飼も行われている。しかしゲンジボタルの生活環境やそれを取りまく生物界の仕組みは未解の部分が多く（インセクトarium編集部, 1970; 大場, 1980), 特に成虫の生息環境については十分な考慮はなされていない。成虫期については標識再捕法による調査が京都市清滝川で行われ、生残率や羽化数などの個体群パラメーターが推定され、成虫はかなりの距離の溯上飛行を行うこと、産卵は特定の場所で行うことなどが解明されている(堀ほか, 1978; YUMA and HORI, 1981)。生息状況を分析するには、質的評価だけではなく、量的評価も加えることが望ましいが、推計学的に信頼度の高い標識再捕法は労力的、技術的に困難な所が多い。これに対し、遊磨(1982)は簡便な発光数のカウント法による発生数推定法を提示した。本種成虫の調査は夜間に行わなければならないが、発光数を数えることにより個体数評価が可能である。

このような現状を踏まえた上で、この報文では発光数のカウント法による成虫個体群の把握を試み、若干の行動観察を加えた。本調査では成虫の生息環境の分析を行ったが、これについては別の機会に譲る。

調査場所および方法

調査は京都市東北部の銀閣寺付近を流れる琵琶湖疏水分線で行った(Fig. 1)。この疏水は1890年(明治23年)に完成した人工水路である。調査範囲は若王寺橋から東鞍馬口通との交叉までの約3 kmとした。この間の水路幅は2~5 m, 護岸の高さは15~3 m, 水深は20~30 cm。毎秒0.11 m³の流量(京都市水道局, 1982)に対し、流速は毎秒約20 cmである。流量は季節を問わず一定している。調査範囲を橋または暗渠を区切りとして43のブロックにわけ、若王寺橋(上流)側より番号を付けた。疏水沿いには少なくとも一方の岸には遊歩道などが完備している。防犯灯がほぼ等間隔に設置されているが、Bl. 1~29間は樹木が多いため水路上は暗いが、Bl. 6~8, 17と20の水路上は比較的明るい。Bl. 30~38は樹木が少なく、水路上は明るい箇所が多く、Bl. 39~43ではさらに樹木が少なくて明るい。草本類はBl. 1~19の護岸上によく繁茂し、Bl. 20~38では少なく、Bl. 39~43では殆どはえていない。

成虫の調査は1983年6月1日~30日までほぼ隔日に16回、Bl. 1~43で遊磨と小野が交

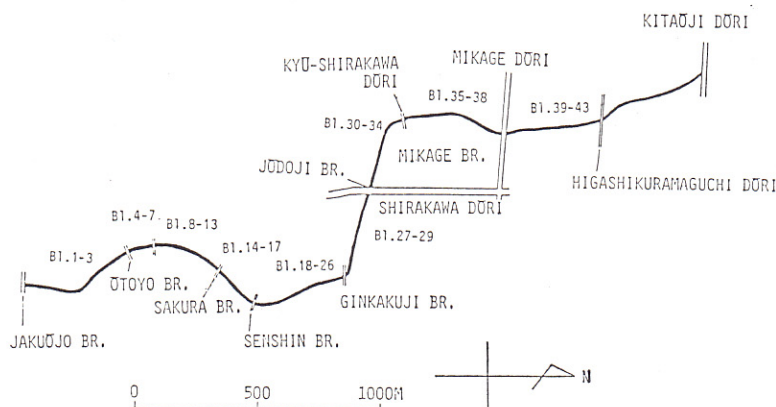


Fig. 1. Map of study area in Kyoto City. (35°01'N, 135°47'E)

代で、1984年5月28日～7月5日までほぼ3日毎に14回、Bl. 1～18 または Bl. 1～26 で遊磨が行った。観察時刻は一定でないが、21:00～23:00 をめどとし、疏水沿いに歩きながらブロック毎に成虫の発光を重複が無いように数え、これを発光目撃数として記録した。また飛翔行動に関する観察を1983年6月12, 17, 19日に Bl. 16～17 で、1984年6月11, 23日に Bl. 4～5 で行った。この調査で認められた発光はすべてゲンジボタル成虫のものであった。

結果および考察

1. ゲンジボタルの分布

本種の分布を概観するために、1983, 1984年の各ブロックの平均発光目撃数（調査日当りの発光目撃数）とその流程 10 m 当りの密度を Fig. 2 に示した。ただし、1984年は観察区間の長い6月14日以後の調査について算出してある。1983年の平均目撃数は Bl. 4, 7～10, 15～17 で多く、その密度は Bl. 9 と 17 では6～7 匹/10 m であった。Bl. 25 より下流では少なく、Bl. 34, 39, 41, 42 では一度も目撃されなかった。1984年は Bl. 4, 7, 10 と 15～18 で多く目撃され、密度は Bl. 4 で8 匹/10 m 以上であった。両年を比較すると、Bl. 13 や 20 で平均発光目撃密度が低いことなど共通する点と、密度の高いブロックが異なる等、相違する点がある。資料から、本種の分布は幾分不連続である。平均発光密度によりブロックは Bl. 1～5, 6～13, 14～20, 21～25, 26～29, 30～34, 35～38, 39～43 の8群に大別される。ただし、Bl. 5 での切れ方は弱い。これらのうち Bl. 1～5, 6～13, 14～20の3つのブロック群が主な生息場所である。生息域の境界になった Bl. 5, 13, 20, 25, 30, 35, 39 の環境は、Bl. 13, 20, 30, 35, 39 では川面に枝を張り出すような樹木が特に少なく水路上は明るい。Bl. 29 と 30 の境界の浄土寺橋、Bl. 34 と 35 の間、Bl. 38 と 39 の境界の御影橋には広い道路が通っており、路上は大変明るく、かつ疏水は長い

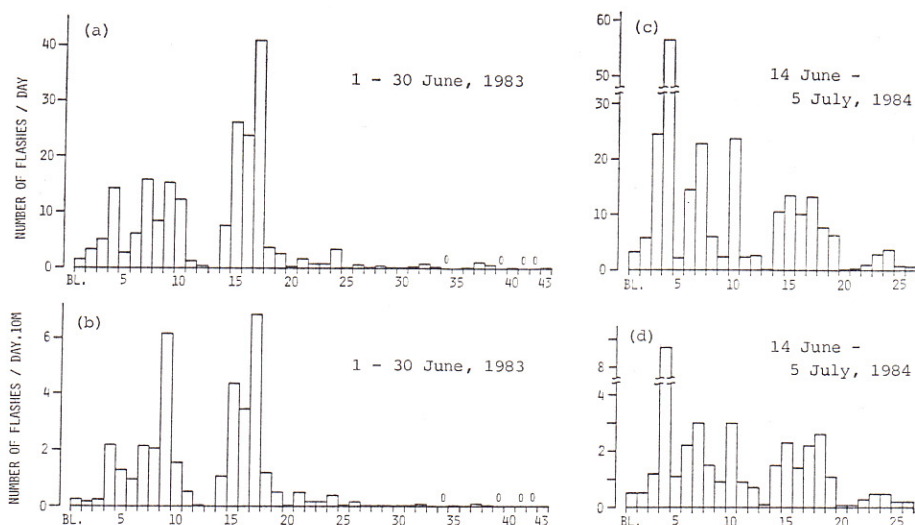


Fig. 2. Distribution of *Luciola cruciata* along the Biwako Canal. Abundance of fireflies is represented by the number of flashes per day (a, c) and the number of flashes per day per 10 m (b, d).

暗渠となっている。このように樹木が少なかったり、明るい場所が存在するとそこで本種の分布が不連続になると考えられる。

2. 飛翔行動とブロック間移動

ブロックの境界の橋付近などでの飛翔行動を1983年に Bl. 16~17 で、1984年に Bl. 4~5 で観察した。

Bl. 16~17 における飛翔行動

Bl. 17 は1983年中最も発光目撃数の多かった所である (Fig. 2)。ここには右岸中央にハンノキの大木が1本と他に若いサクラ5本が川面に枝を張り出しているのみで、左岸には遊歩道が広く設けられ、草本類は右岸によく茂っていた。Bl. 17 の下流側はより明るく、成虫は主に右岸上流側で活動していた。Bl. 16 の下流側はカエデやサクラが川面におおほど茂り、かなり暗い。1983年に Bl. 16 と 17 の幅 2m の木橋上から成虫の飛翔行動を3回観察した (Table 1)。6月12, 17日の観察は深夜のものであり、また17, 19日は個体数の少ない時期のものであるが、合計で Bl. 16 側から 67% が、Bl. 17 側から 47% の個体が橋を通過せずに戻った。橋を追加した個体の多くは右岸の樹冠を伝って移動した。

Table 1. Flying behaviours around the bridge between Bl. 16 and 17 in 1983.

Date	Observed minutes	From Bl. 16				From Bl. 17			
		Approached	Passed	No. of flashes in Bl.16	Passing rate /hr.*	Approached	Passed	No. of flashes in Bl.17	Passing rate /hr.*
June 12 2:40-3:05a.m.	25	4	2	55	9%	2	2	65	7%
June 17 11:12-11:32p.m.	20	6	1	33	9%	2	0	33	0%
June 19 9:28-9:58p.m.	30	8	3	26	23%	11	6	26	46%
Total		18	6 (33%)			15	8 (53%)		

* Number of fireflies passed the bridge per hour/number of flashes in Bl. 16 or 17.

Bl. 4~5 における飛翔行動

Bl. 4 は1984年中発光目撃数の最も多かった。Bl. 4 の左岸は水路から歩道をはさんでほぼ等間隔にサクラが8本あり、右岸下流側にはサクラの大木が並んでいる (Fig. 3)。上

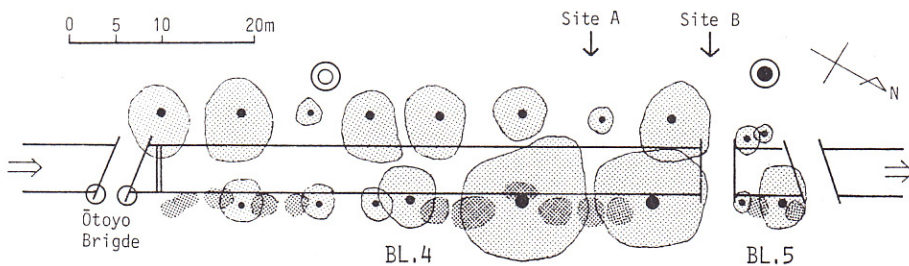


Fig. 3. Sketch map of Bl. 4 and 5. Lightly and darkly shaded areas show the coverage of cherry tree, *Prunus yedoensis*, and scrub, respectively. Two lanterns on the Otoyo bridge (○) and a fluorescent lamp in Bl. 4 (●) were lighted, and a mercury lamp in Bl. 5 (○) was off.

流側は橋上に電気灯籠が2基(○印)、左岸奥に防犯灯(◎印)があるために水路上は比較的明るく、下流側半分は暗い。Bl. 5 左岸には水銀灯(◎印)があるが、この観察中を含め、成虫期の間は消灯されていた。Bl. 5 は樹木が少なく、全体に明るく開けた所である。成虫は主に Bl. 4 右岸下流側で活動し、Bl. 6 上流側は樹木が少なく成虫は少なかった。

Fig. 4 は6月11日 20:30~24:00, 23日 23:30~01:30 の Bl. 4, 5 における飛翔記録である。

Table 2 は付近の個体について6月11, 24日に6回、その飛翔方向を site A より記録したものである。飛翔個体は主に雄であり、上下左右に方向を転じながらゆっくりと飛ぶことが多いので、この観察では流水方向に垂直な面を想定し、その面を横切った個体をすべて数え上げる方法を用いた。

Bl. 4 と 5 の境界の橋付近 (Site B) での飛翔行動を6月11, 23~24日に記録した (Table 3)。Bl. 5 には本種が少ない (Fig. 4) ので、Bl. 4 から Bl. 5 へ向う個体を中心に記録し、Bl. 5 から Bl. 4 へ向う個体については幅 5m の橋を通過したものを記録した。

11日に Bl. 4 側から橋に接近してきたもののうち 74% は橋付近で方向転換をし、上流へ引き返すか付近の樹木などに静止した。これらの個体の多くは水面近くを飛翔してきたものであり、橋に近づくと速度を落とし、付近を迷うように飛んだ後、引き返すか上昇した。上昇した個体の多くは近くの樹木に静止したが、一部は樹上を渡って Bl. 5 へ移動した。一方、同日の同じ時間帯に樹冠部では約60分間に 150 匹以上が下流方向へ飛んだ。

Table 2. Number of fireflies crossing the center of two trees in Bl. 4.

Date	Observed minutes	Number of flying fireflies	
		Toward upstream	Toward downstream
1984 June 11	9:04-9:16p.m.	46 (45%)	57 (55%)
	10:00-10:15p.m.	36 (49%)	37 (51%)
	11:00-11:15p.m.	25 (48%)	27 (52%)
June 12	0:00-0:15a.m.	21 (40%)	31 (60%)
1984 June 24	0:00-0:20a.m.	10 (53%)	9 (47%)
	1:00-1:31a.m.	10 (45%)	12 (55%)
Total		148 (46%)	173 (54%)

Table 3. Flying behaviours around the bridge between Bl. 4 and 5 in 1984.

Date	Observed minutes	From Bl. 4				From Bl. 5	
		Approached	Passed		Turned	Passed	
			below bridge	above bridge		below bridge	above bridge
June 11	8:30-8:50p.m.	5	0	4	1	0	2
	9:30-9:50p.m.	27	2	3	22	1	3
	10:30-10:50p.m.	18	0	5	13	1	11
	11:30-11:50p.m.	12	1	1	10	2	3
June 23	11:35-11:55p.m.	6	1	0	5	2	2
June 24	0:45-1:00a.m.	5	2	1	2	0	0
Total		73	6 (8%)	14 (19%)	53 (73%)	6	21

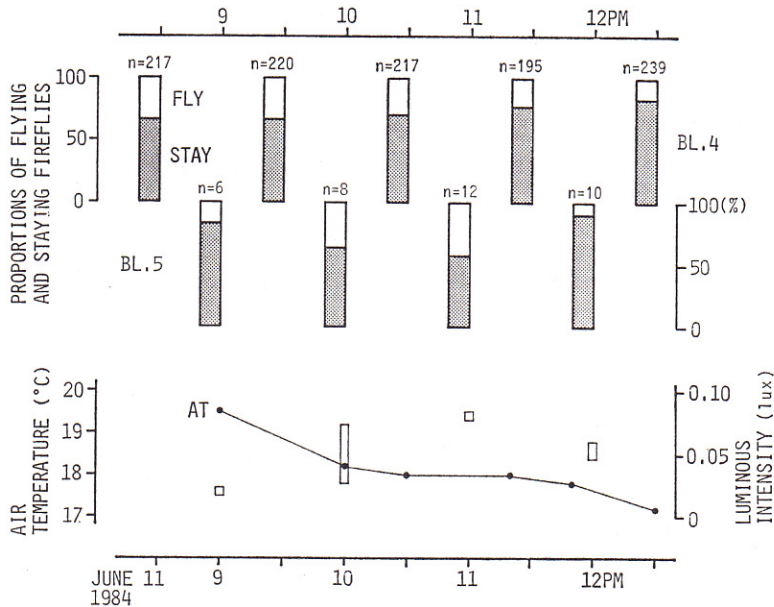


Fig. 4. Changes in the proportions of flying and staying fireflies in Bl. 4 and 5, the air temperature and the range of luminous intensity at Site B in Bl. 4.

発光目撃数は Bl. 4 で平均 217 匹, Bl. 5 で平均 9 匹であり, 時間的变化は認められなかった。飛翔個体の割合は 21 時頃を最大として以後時間と共に減少した (Fig. 4)。Table 2 より, 上下流へ向って飛翔した個体数には大差はなく, 樹間の暗がりでは方向性無く飛翔している。

Bl. 5 では発光目撃数に比べ Bl. 4 への移出数が極端に多いので, 移入してきた個体の殆どのが短時間のうちに移出すると考えられる。Bl. 5 の平均発光目撃密度は大変少ない (Fig. 2) ので, このような不適な場所へ移入はするものの長くは留まらないようである。このように橋は飛翔行動に対して 2 つの効果をもっていると考えられる。1 つは橋下の問題であり, ここは夜でも一層暗く, 成虫はこの暗所をむしろ避けている。一方, 橋上は一般に樹冠の連がり切れ, 一層明るい所であり, 成虫の移動の障害となっている。従って橋は成虫の移動を防げ, ブロック間の個体の交流は少ないと考えられる。前節で述べた成虫の分布の不連続箇所はこのような障害の特に著しい所であり, その部分で成虫個体群は個体の交流という点で多少不連続であろう。

3. 成虫個体数の季節的消長および生残率

季節的消長

個体数消長をみるに当って, まず 2 人の調査者の調査能力 (発見率) の比較を行った。1983 年 6 月 17 日における 2 人の観察値の関係を Fig. 5 に示した。2 人の観察時間帯は異なるが, 発光数の時間的变化は少ない (Fig. 4)。この場合, 小野が過少評価, または遊磨が過大評価であった。以後調査経験の長い遊磨の値を基準とし, Fig. 5 の結果に基づき小野の値を遊磨の値へ変換して解析した。

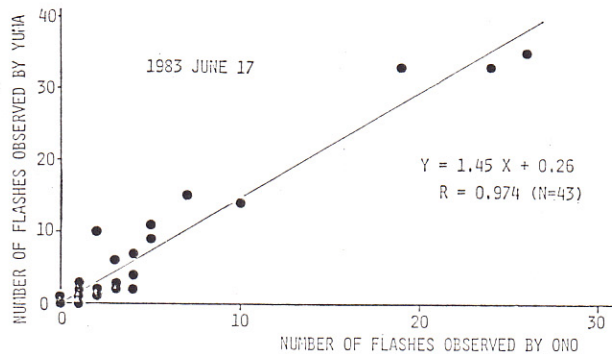


Fig. 5. Relationship between the number of flashes.

1983, 1984年の発光目撃数の季節的变化を気温・降水量と共に Fig. 6 に示した。観察者の個人差以外には発見率の違いは無かったと仮定すると、この結果は個体数の発生消長を示している。1983年は調査初日には既に多数個体が確認され、その最盛期は6月5日頃で、15日までは比較的多数の個体が確認された。この年の成虫初見日は5月26日（萬實佳介氏私信）であり、成虫期初期の増加は急激であったと推定されている。成虫期間は1ヶ月以上。1984年は前年より約10日遅れて6月5日頃から羽化が始った。羽化開始後約10日で個体数の最盛に達し、14~18日を最盛期として、以後指数的に減少した。成虫期間はほぼ1ヶ月であった。

羽化が始まる頃の平均気温は1983年では 20°C 以下、1984年は約 24°C であり、羽化開始は気温と直接に関係していないし、降雨とも無関係のようである。しかし、羽化数の増大は、1983年は5月28日 0.5 mm の降雨後、1984年は6月8日 75.5 mm の降雨後であった。1984年は8日に続き10日にも降雨があり、比較的短期間に羽化が終了したのに対し、1983年は羽化開始から15日間に降雨は殆んど無く、この間少しずつ羽化し、6月12~13日の降雨後残っていた個体が一齐に羽化したと考えられる。羽化が降雨に影響されるのは、南 (1961) が指摘しているように、本種は土中に蛹室を造って羽化し、土中湿度が高まった時に蛹室を破り、土を掘り進んで地表へ出るためと考えられる。

生 残 率

次に Bl. 1~5, 6~13, 14~19, 20~43 または 20~26 の4つのブロック群ごとに生残率を推定した (Fig. 7)。日当りの生残率は、羽化がほぼ終了したと考えられる1983年6月15日以後、1984年6月18日以降に死亡していると仮定して RICHARD and WALOFF の方法 (伊藤・村井, 1977; SOUTHWOOD, 1978) により求めた。得られた生残率とこれから算出される平均寿命 (堀ほか, 1978) を Table 4 に示した。生残率は死亡と移出による減少率を、また真の生残率とは死亡のみによる減少率を1より差し引いてある。Bl. 1~5 と Bl. 20 より下流では生残率が高く、Bl. 6~19 では低い。各ブロック群ごとの生残率は両年で良く似ており、両年とも類似の死亡要因が働いていたと考えられる。堀ほか (1978) は標識再捕法により、自然河川の清滝川での日当りの生残率は雄で 0.76, 雌で 0.84 と推定し、そこでの主な死亡要因はクモ類による捕食である (HORI and YUMA, 未公表資料)。疏水での生残率は、Bl. 1~5 と Bl. 20 より下流では清滝川の場合よりも高く、Bl. 6~19 では同率かむしろ低い。しかし、疏水ではクモ類や他の動物による捕食は観察していない。

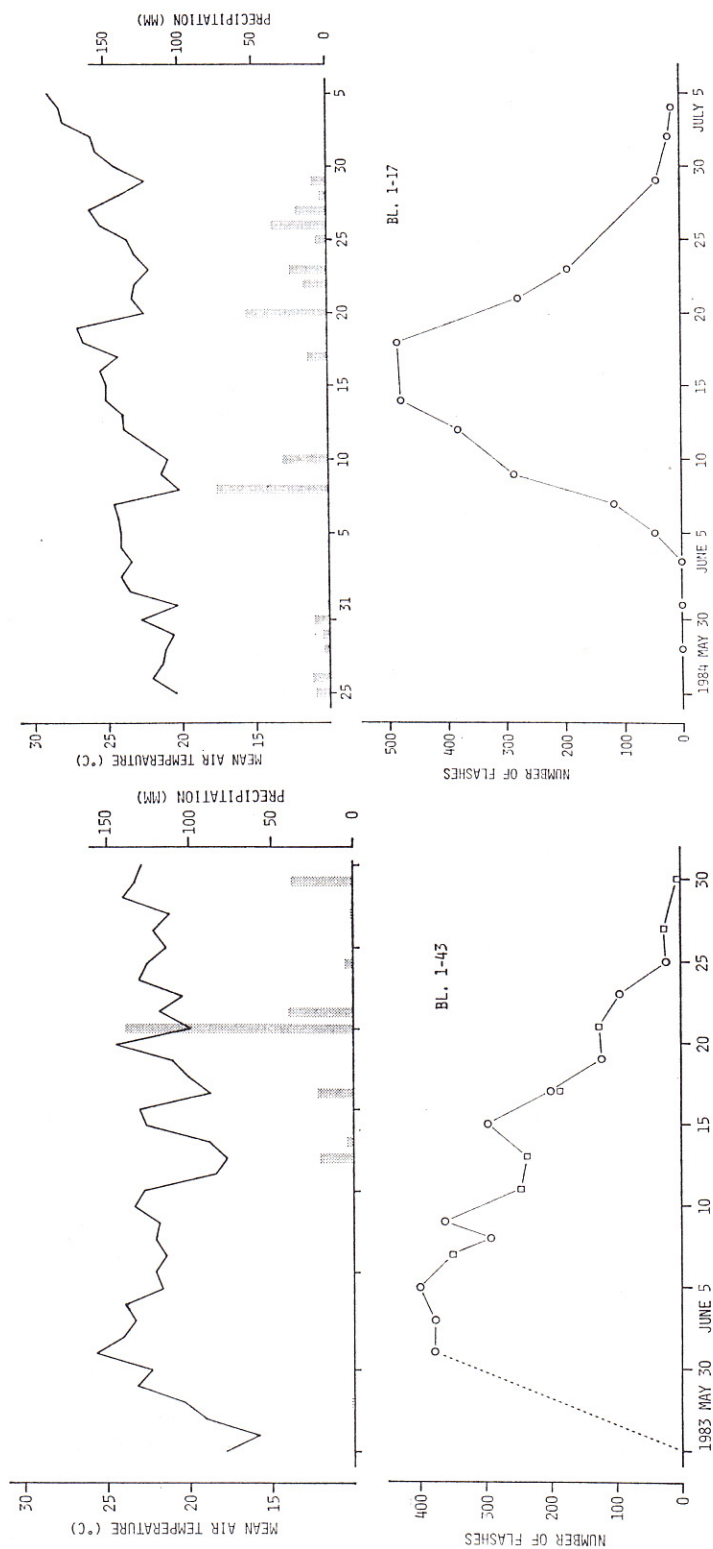


Fig. 6. Seasonal changes in the total number of flashes along the Biwako Canal, the mean air temperature and the precipitation. Circles and squares show the number of flashes observed by YUMA and the modified value from the number of flashes observed by ONO, respectively. Meteorological data were cited from the record of the Kyoto Local Meteorological Observatory.

Table 4. Survival rate and mean life span along the Biwako Canal.

Blocks	Survival rate (/day)		Mean life span (days)	
	1983	1984	1983	1984
Bl. 1 - 5	0.852	0.825	6.3	5.2
Bl. 6 - 13	0.761	0.786	3.7	4.2
Bl. 14 - 19	0.808	0.784	4.7	4.1
Bl. 20 - 43	0.851	0.880*	6.2	7.8*

* Bl. 20 - 26 only.

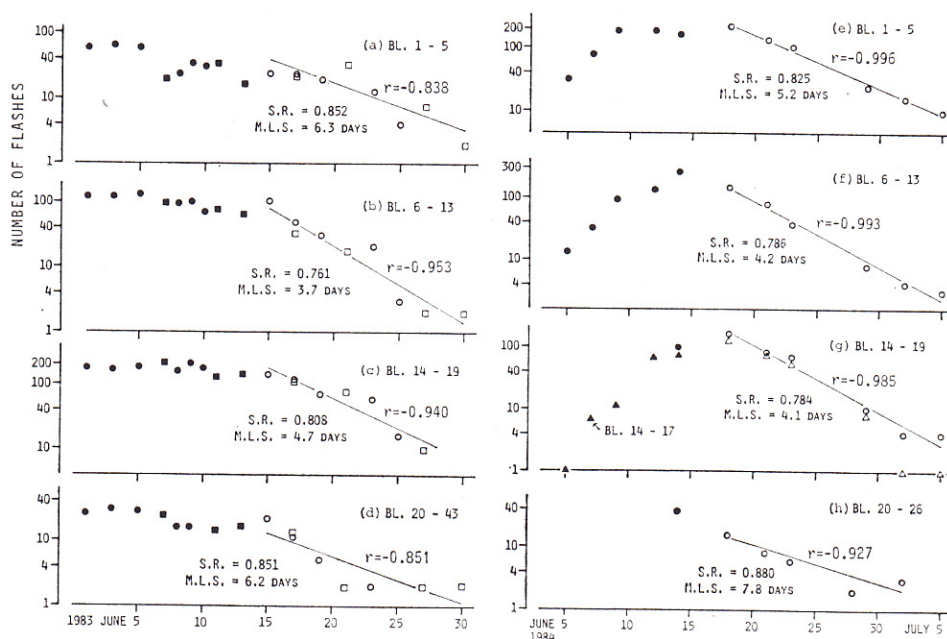


Fig. 7. Seasonal changes in the number of flashes and the estimates of survival rate and mean life span in four areas along the Biwako Canal.

これは疎水では春先に樹木に対して殺虫剤が散布され、樹上にはクモ類などの生物が大変少ないことが原因と考えられる。一方、死亡・移出要因の一つとして人為的除去が考えられる。個体数が多く生残率の高い Bl. 1~5 では地元の人々による巡回が行われているが、Bl. 6~20 では個体数の多い割合に放置されており、見物人などが少しずつ持ち去るために生残率が低くなった可能性がある。

4. 総羽化数の推定

Table 4 は、平均寿命値による推定総羽化数である。総羽化数は、成虫期の生残率が一定であると仮定し、現存数の毎日の積算数を平均寿命で除してある。真の現存数はこの調査ではわかっていない。

堀ほか(1978)によれば標識再捕法で推定した現存数は1ヶ所から見渡して数えた発光日

撃数が100匹以下の場合、発光目撃数の約3倍(発見率は約1/3)であると報じている。1ヶ所から見渡して発光数を数えた場合(清滝川)と歩きながら数えた場合(疏水)では発見率が異なると考えられるので、この2つの場合を疏水で比較すると、後者は前者の約1.5倍である(Table 5)。従って真の現存数は歩いて数えた発光目撃数の約2倍と考えられる。疏水は水路幅が約5mで、疏水沿いに植えられたサクラ以外には殆ど樹木が無いのに対し、清滝川は川幅20~30mの自然渓谷であり、かつ数10m以上遠くの発光も数えていたことから、疏水での発見率は、清滝川での発見率より高く、上記の、発光目撃数を2倍して推定した現存数は過大評価であろう。発光目撃数の観察の無い日の現存数は、前後の観察日の現存数を比例配分して求めている。1983年5月の各日の現存数は初見日(26日)の前日をゼロとし、6月1日の現存数との間を比例配分してある。これらの現存数を積算して積算現存数をブロック群ごとに求め、その値を各ブロック群での平均寿命で除して総羽化数を推定した(Table 6)。1983年のBl. 1~43の総羽化数は約3400匹、その大半はBl. 6~19に集中していた。流程10m当りの密度はBl. 14~19で50匹以上であり、1976年の清滝川での密度30~40/10匹(堀ほか, 1978)に匹敵する。1984年の羽化密度はBl. 1~5で増加し、Bl. 6~19では減少し、Bl. 1~19で20~30匹/10mとなっている。Bl. 1~19の総羽化数は約3200匹で1983年の同区間の値と同じである。ブロック群ごとにこの2年間の羽化密度の増減様式は異なっており、特に成虫の生残率の高かったBl. 1~5では翌年の密度が増加し、生残率の低かった場所では減少している。この資料は各場所での個体群密度の変動を示している。成虫の環境(人為的なものを含む)や成虫時期以外の個体数変動に与える影響を解明するには、更に年を追った観察が必要である。

Table 5. Number of flashes counted on the bridge and counted while walking.

Date	Block	No. of flashes counted on bridge (Na)	No. of flashes counted while walking (Nb)	Nb/Na
1983 June 3	Bl. 4	31	47	1.52
1983 June 3	Bl. 4	41	47	1.15
1983 June 3	Bl. 17	54	101	1.87
Total		126	195	1.55

Table 6. Estimated number of emergence along the Biwako Canal.

Year	Blocks	Distance of canal (m)	Cumulative number of fireflies			Mean life span (days)	Total number of emergence	Density per 10m
			Nm(May 25-31)	Nj(June-July)	Nm+Nj			
1983	Bl. 1 - 5	460	413	1611	2024	6.3	321	7.0
	Bl. 6 - 13	365	854	3573	4427	3.7	1196	32.8
	Bl. 14 - 19	345	1020	7216	8236	4.7	1752	50.8
	Bl. 20 - 29	610	114	576	690	6.2	111	1.8
	Bl. 30 - 43	1065	42	214	256	6.2	41	0.4
1984	Bl. 1 - 5	460	0	6488	6488	5.2	1248	27.1
	Bl. 6 - 13	365	0	4559	4559	4.2	1085	23.7
	Bl. 14 - 19	345	0	3355	3355	4.1	818	23.1
	Bl. 20 - 26	310	0	565	565	7.8	72	2.3

ま と め

ゲンジボタル, *Luciola cruciata*, 成虫の生息調査を発光数カウント法により京都市琵琶湖疏水分線において行った。場所により発光密度には差があり, 成虫の分布は不連続である。樹木の間では成虫は無方向に飛翔していたが, 橋の手前では引き返す個体が多く, 地域間の成虫の交流は少ないと考えられる。羽化は1983年は5月下旬に始まり, 6月上～中旬の約2週間が個体数の最盛期, 1984年は6月上旬に羽化が始まり, 6月中旬の4日間が最盛期であって, 成虫の発生消長は降雨に影響される。RICHARD and WALOFF 法により推定した日当りの生残率は0.76-0.88, 平均寿命は4~7日である。発光目撃数とその発見率, 平均寿命に基づいて推定した総羽化数は約3400匹(1983年)~約3200匹(1984年)で流程10m当りの羽化数は1983年で7~51匹, 1984年で23~27匹であった。発光数のカウント法は調査能力の個人差に影響される。

謝 辞

本研究の機会を与えて下さった京都市文化財保護課の島田崇志氏, 本種成虫の発生状況に関する貴重な資料を提供して下さい京都市鹿ヶ谷の萬寶佳介氏に深謝する。本稿をまとめるに当り有益な御助言を頂いた横須賀市自然博物館の大場信義博士, 和歌山県立医科大学の堀道雄博士, 大阪教育大学の近藤高貴博士, 大阪府立大学の谷田一三博士, 京都大学動物生態学研究室の方々に深くお礼申し上げる。

引 用 文 献

- 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. インセクトリウム, 15(6): 4-11.
- 兵庫むしの会 1967. 兵庫県下のゲンジボタルの現状と問題点. 昆虫と自然, 2(3): 31-33.
- インセクトリウム編集部 1970. ホタルの現状について. インセクトリウム, 7(9): 6-11.
- 伊藤嘉昭・村井 実 1977. 動物生態学研究法(上巻). 268 pp., 古今書院, 東京.
- 勝野重美 1963. 辰野町のゲンジボタルとその増殖について. 横須賀市博雑報, (9): 1-6.
- 昆虫と自然編集部 1968. 全国ホタル現況(1), (2). 昆虫と自然, 3(6): 21-27; 3(21): 16.
- 倉敷昆虫同好会 1982. 岡山県内ホタル生息調査報告. すずむし, (118): 1-15.
- 京都市水道局 1982. 琵琶湖疏水. 6 pp.
- 南喜市郎 1961. ホタルの研究 321 pp., 太田書店, 彦根.
- 大場信義 1976. 三浦半島におけるホタルの実態調査報告. 横須賀市博雑報, (22): 17-21.
- 1980. ゲンジボタルの生活. 昆虫と自然, 15(8): 8-13.
- 大川秀雄・斉藤 博・棚島弘之 1976. 足利市におけるホタルの退行. 昆虫と自然, 11(3): 6-8.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological Methods. 2nd ed. 524 pp. John Wiley & Sons, New York.
- 津田松苗・森下郁子 1974. 生物による水質調査法. 238 pp., 山海堂, 東京.
- 遊磨正秀 1982. ゲンジボタルの総羽化数推定法. ホタル情報交換, (4): 19-24. 全国ホタル研究会.
- YUMA, M. and HORI, M. 1981. Gregarious oviposition of *Luciola cruciata* MOTSCHULSKY. Phycol. Ecol. Japan, 18(1): 93-112.

