

# ゲンジボタルの飛翔時期の予測

松岡 守\*・川添昭夫\*\*・竹村一雄\*\*

Prediction of Flight Season of *Luciola Cruciata*

Mamoru MATSOKA\*, Akio KAWAZOE\*\* and Kazuo TAKEMURA\*\*

## 要 旨

桑名市内で飼育、放流しているゲンジボタルの飛翔時期について簡便な方法で予測できないか、気象データや様々な生物季節のデータとの関連性を調べた。最も簡便な方法としては幼虫の上陸ないしソメイヨシノが散る時期から約 55 日後に最多飛翔が見られるであろうということが挙げられる。桑名市内のゲンジボタルについては文献に見られる発育零点と有効積算温度から求められる期日より飛翔時期が遅いことが分かった。付随して、季節の変化に親しみながらゲンジボタルの飛翔時期を予測できる「生物季節記録シート」を作成した。

キーワード:ゲンジボタル, 飛翔時期, 予測, 生物季節

## 1. はじめに

日本には 40 種以上のホタルが生息すると言われ、その代表的なものとしてゲンジボタル、ヘイケボタル、ヒメボタル、マドボタル、オバボタルが挙げられる<sup>1)</sup>。このうちポピュラーなのはゲンジボタル、ヘイケボタル、ヒメボタルで、東海地区でもこの順に人の目に付くようである。ゲンジボタルの幼虫は川の中流域に生息し、タニシよりひとまわり小さく細長いカワニナを捕食、成虫の体長はオスが 15mm、メスが 20 mmほどで、数秒と長く光る。ヘイケボタルの幼虫は川の細流や水田などの止水域に生息し、カワニナ他の巻貝を捕食、成虫の体長はオスが 10 mm、メスが 12 mmほどで、ゲンジボタルよりも短く 1 秒ほどで明るくなる時も暗くなる時もビブラートをかけたように光る。ヒメボタルの幼虫は陸棲で、マイマイなどの陸棲の巻貝を捕食、成虫の体長はオスが 9 mm、メスが 7.5 mm程度で、チカッチカッと短く光る<sup>2)</sup>。森の中で生息するので人目に付きにくいのが普通であるが、名古屋城の外堀の草地に大規模に生息していることが知られている。

ホタルの生息数は全国的にここ数十年で随分と減少している。理由は農薬の使用、開発に伴う自然環境破壊、そして人による過剰なホタルの捕獲によると考えられている。その後、食の安全性や健康志向から農薬の使用が控えられるようになり、経済成長のブレーキに伴い都市開発の勢いも鈍り、そして最近では自然環

境を守ろうという機運の中でホタルの保護活動が各地で展開されるようになってきている。筆者らも桑名市内の「ホタルとなかまの会」<sup>3)</sup>に所属し、活動を行っている。この会は小学生から年配の方までと、年齢の幅が広いボランティア組織で、主な活動はゲンジボタルの卵の採取、孵化、幼虫の飼育、放流、放流した小川とその近辺の環境維持、そして飛翔時の一般公開である。ホタルが飛翔する期間は飛び始めからほとんど見られなくなるまでは 1 か月ほどあるが、多数飛翔するのはその半分くらいの期間であり、その時期は年ごとに 1-2 週間前後する。一般公開は、天気の良い週末には千人を超える来場者があり、案内や交通整理の人員の手配を要する。またせっかく来ていただいたのにホタルの飛翔時期がずれてほとんど見ていただけないようでは来場者に申し訳ない。そこでホタルの飛翔時期の予測ができないかが課題の一つとして挙げられた。本報告はこれを受けてホタルの飛翔時期の予測についてこれまで調査、検討した結果をまとめたものである。

## 2. ホタルの生態と飛翔時期

発芽や開花、紅葉、落葉などの植物季節と、渡り鳥の去来、鳥や虫の鳴きはじめなどの動物季節とを合わせて生物季節と呼ばれている。過去の様々な生物季節については気象庁が各地で観測した結果をデータベース化して公開している<sup>4)</sup>。気象庁はこのデータに基づ

\* 三重大学教育学部

\*\* ホタルとなかまの会

き、桜前線（気象庁の用語としては「さくらの開花予想の等期日線図」）と同様に1981年～2010年の平均値としてのホテル前線（同「ほたるの初見日の等期日線図」）を作成している<sup>9)</sup>。それによると桑名市は、出雲一大阪—潮岬付近を通る5月31日ラインと敦賀—飛騨—伊那あたりを通る6月10日ラインのほぼ中間に位置することから、桑名市内におけるホテルの初見日は平均的には6月5日前後と見積もられる。なお、基礎となる観測データがやや古いことから、地球温暖化の影響で近年ではこれよりも早くなっていることが考えられる。しかし、地球温暖化の影響とみられる変化はサクラの開花時期には見られるものの、ホテルの初見については見られないようである<sup>9)</sup>。

また生物季節の予測についてもいくつかの試みがある。最もポピュラーなのはサクラの開花日と満開日の予測である。その方法として日本気象協会は「花芽の生育過程に大きな影響を与える、秋以降の気温経過に重点を置いた独自の予測式を用い」ている<sup>7)</sup>。その開花予想に使われるデータは、1) 秋から予想作業日前までの気温観測値、2) 予想作業日から開花時期までの気温予測値の2種で、「桜の開花時期には、前年の秋から春にかけての気温が大きく影響します。桜の花芽（はなめ）は前年の夏に形成され、その後、休眠に入ります。冬になって一定期間の低温にさらされると、花芽は休眠から覚めます（休眠打破）。休眠から覚めた後は、気温の上昇とともに生長し開花しますが、気温が高いほど花芽の生長が早く進み、開花が早まると考えられています。」という説明がされている。ゲンジボタルの一生は、東海地方では6月に水辺の湿ったコケなどに産卵、約1か月で孵化し水中に入り、その後翌年4月まで脱皮を繰り返し成長したあと、雨の中上陸しすぐに土中に潜り蛹になり、6月初旬に成虫となり飛翔、数日間のうちに交尾、産卵しその一生を終える。なお、十分に成長できなかった幼虫はその年の上陸を見送り、一年後や二年後に蛹になることも知られている。ゲンジボタルの成長はその折々について気温、湿度等の条件が絡むことが言われており、ホテルの飛翔時期の正確な予測は桜の開花時期の予想以上に容易ではないことが推測される。

一方昆虫類など多くの変温動物は次式で表される「有効積算温度の法則」が成立することが知られている。

$$(T - t_0)D = K$$

ここで、 $T$ : 発育期間中の平均温度、 $t_0$ : 発育零点（最低発育限界温度）、 $D$ : 経過日数、 $K$ : 有効積算温度、である<sup>8)</sup>。ゲンジボタルの上陸から羽化までについては飼育観察の結果として、重相関0.99の高い相関係数で発育零点 8.02°C、有効積算温度 408.4 日度が提案され

ている<sup>9)</sup>。なお同文献には「蛹から羽化までの期間は、いずれの場合も約10日であり、積算温度は主に前蛹期の成長に影響を与えると思われる。」「羽化した成虫は、しばらく土まゆの中でじっとしており、特に野外においては地上に出てくる時にある程度の降雨と温度（気温）が必要である。これらにより、+5～10日の誤差が生じる可能性がある。」という追記がされており、野外の羽化の際にはこれらが誤差要因となり得る。また野外の場合は上陸の観察そのものが容易ではない。理由は、上陸が雨中の夜であること、幼虫も発光するものの弱く、かつ点滅がゆっくりしているので、しばらく注視しないとサクラの花弁など白っぽいものが見えていただけなのか判別が難しいことによる。関連して、滋賀県守山のゲンジボタルの観察をまとめた南は

「毎年四月の上旬は気温と水温がともに一四度くらいになって一致するのであるが、かれらはこの頃の雨の夜の午後七時頃に一齐に上陸を始める。この上陸は少しくらいの雨ではほとんど行われず、また風がまじっても行われぬし、もちろん昼間は絶対に上陸しない。かれらが好む雨とは、終日の雨かあるいは午後から夜にかけてしきりに降り続く雨である。」

と記述している<sup>10)</sup>。気温と水温が一致する時期というのは観察のヒントになるものの、観察は結構な雨降りの中観察に行かなければならないとも示している。実際、2019年の春に我々が観察した際も多くの上陸が見られたのはかなりの雨降りの中であった。

より簡便な「500度説」を提唱、検証している施設がある<sup>11)</sup>。これは上陸した翌日から1日の平均気温（摂氏）を積算していき、500度に達したときに初飛翔が観測できるという説で、2010年からの観測で20度程度内（1日以内の誤差に対応）に収まる年が4回ある一方で積算気温が600度を越えた年も2回と、よく合う年もあるが、後方に5日程度ずれる場合もあるとしている。この方法も上陸を観測しなければならないが、同ウェブには「幼虫が陸に上がるのは、桜（ソメイヨシノ）が散る時期の4月の雨の夜が多いです」という記述があり、観測の容易な「桜の散る時期」をヒントにしていると見られる。

以上ゲンジボタルの飛翔時期に関係する事項と、これまでなされている予測のいくつかの試みを挙げた。これらから次の2点が言える。

- 1) 飛翔時期の予測には幼虫の上陸時期の確認が有効である。ただし幼虫の上陸は雨の降る夜間であり観察は容易とは言えない。
- 2) 上陸時期は気温と水温が一致する時期である。これはまたソメイヨシノが散る時期とも重なる。これらをヒントに桑名市内のホテルとなかまの会が飼育、放流するゲンジボタルの飛翔時期を、なるべく簡

便でより正確に予測する新しい方法を模索する。

### 3. ホタルの飛翔時期の予測の試み

ホタルとなかまの会では、桑名市陽だまりの丘の宅地造成の際に自然を残した一画（ほたるの里と称している）を流れる水路でゲンジボタルの成虫を捕獲し産卵させ、孵化した幼虫を水槽で飼育し、翌年3月半ばに水路に放流する。放流した後上陸し、蛹となり、飛翔するまでは野外の自然環境であるが、放流するまでは人工飼育である。水の循環設備にはフィルターと共にウォータークーラーが付けられているが、水槽は空調設備のない平屋の小屋内に設置しているため、室温は成り行きである。そのためもあってか、近隣の純粋な野外の自然環境で育ったゲンジボタルの飛翔時期とほぼ一致している。またほたるの里にある湿地において、やはり純粋に野外の自然環境で育っているヘイケボタルの飛翔時期とも例年ほぼ一致している。

図1に2005年から2019年まで観測した毎日のゲンジボタルの飛翔数を示す。観測は夜8時台に水路全域について確認できたゲンジボタルの成虫の数（飛翔せず草葉等にこままっている状態のものも含む）である。観測結果に凸凹があるのは、羽化の日毎の変動によることも考えられるが、天候により葉の裏に潜んでいて見逃す割合が変化することも考えられる。年により飛翔数が大きく異なるが、これは放流した幼虫数（飼育できた量）が年により異なることもあるが、それ以上に羽化率（＝飛翔数／放流した幼虫数）が年により大きく変化することによる。これは幼虫を飼育、放流している他施設でもみられる現象<sup>12)</sup>で、これも大きな課

題であるが、本報告ではこれ以上言及しない。

日毎の変化が凸凹していてほぼ同数の複数のピークのある年などもあり、取り扱いが難しいが、単純に観測数が最大の日を「最多飛翔日」、そして飛翔期間の目安として観測数が最多飛翔日の半数以下になる前後の期間をエラーバーで図2に示す。図には幼虫の上陸数が最も多い日、及び津市におけるサクラの開花日と満開日も合わせて示した。サクラについて桑名市でなく津市のデータを示したのは、気象庁のデータベースでは三重県は津市のデータに限られることによる<sup>4)</sup>。

図2よりゲンジボタルの最多飛翔日の平均をとると6月7日～8日、標準誤差4.4日となり、先に示した気象庁のホタル前線において桑名市で期待される期日（6月5日頃）の2日～3日後となっている。ただしホタル前線は最多飛翔日ではなく初見の期日なので、ホタル前線で期待される初見日より、桑名市内における実際の初見日の方が早いこととなる。またゲンジボタルの飛翔数が最多の半数となる期間の平均をとると、最多飛翔前は6.7日、最多飛翔後は4.8日となり、初見の日から徐々に増加、ピーク後の減少はやや速めとなっている。ホタル飛翔の見頃を最多飛翔日の飛翔数の半分程度までの期間と定義すると見頃の期間は10日程度となる。

幼虫の上陸の観察をシステムティックに実施したのは2018年と2019年に限られるので、最多上陸日のデータもこの2年に限られるが、2018年の最多上陸日が4月8日であるのに対し2019年は4月10日と二日遅くなったのに呼応するように、最多飛翔日も2018年は6月1日だったのが2019年は6月5日と4日遅れているようにも見える。最多上陸日から最多飛翔日までの

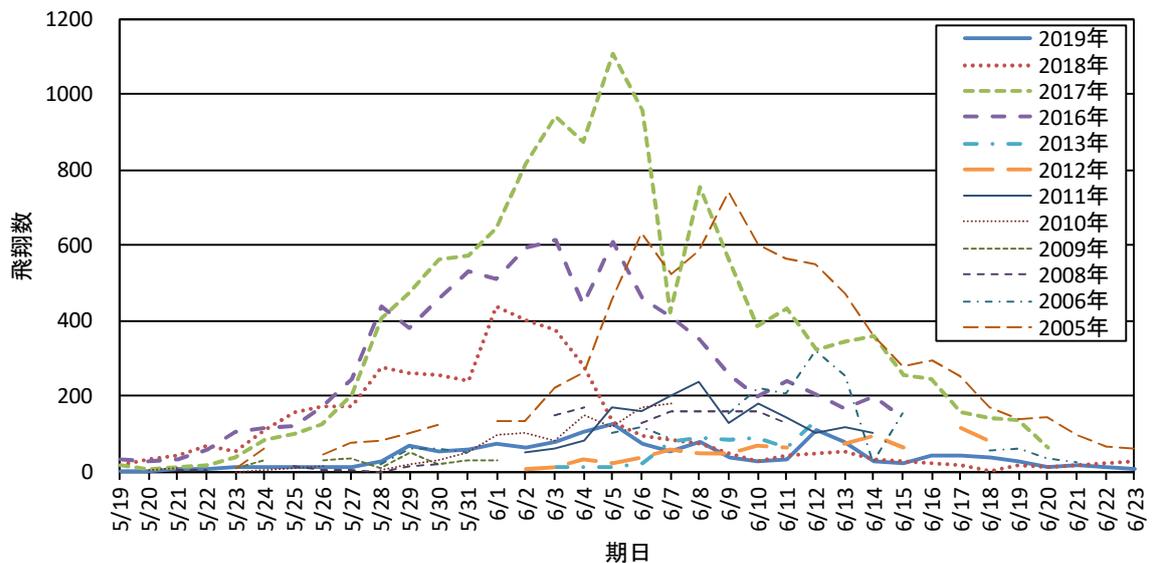


図1 毎日の飛翔数の変化

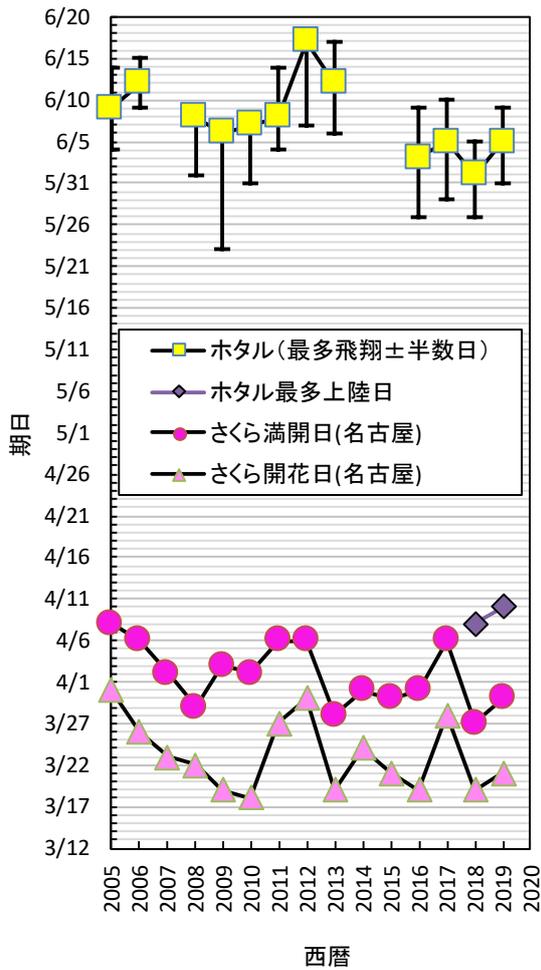


図2 ホタルの最多上陸日と飛翔日、及びサクラの開花と満開の期日

表1 上陸数と気象データ

期日	2018年			2019年		
	上陸数	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	上陸数	平均気温 (°C)	降水量 (mm)
3月30日		13.8	0		10.6	4.5
3月31日	16	12.1	0		9.7	0
4月1日		14.7	0		7.9	0
4月2日		17.7	0		6.6	0
4月3日		18.3	0	3	7.1	0
4月4日		18.5	0		9.4	0
4月5日		14.5	0		13	0
4月6日		16.1	6		13.9	0
4月7日		9.7	0.5	7	14.8	0
4月8日	263	7.4	0	4	13.9	4.5
4月9日		9.7	0	0	11.3	0
4月10日		12.9	0	46	8.2	26.5
4月11日		15.4	0.5	0	10.9	0
4月12日		17.7	10		10.5	0
4月13日		14	0		11.1	0
4月14日		13.5	42		12.7	12.5
4月15日		12.7	19.5		12.7	0
4月16日		13.8	0		12.1	0
4月17日		12.5	25.5	4	12.4	6.5

※ 2019年の平均気温は4月4日以降は桑名市ではなく、四日市市のデータを記載。

日数を求めると2018年は54日、2019年は56日となる

表1に過去2年の観測した上陸数と桑名市の一日の平均気温、降水量<sup>13)</sup>を示す。なお、2019年の平均気温は4月4日から21日まで気象庁の桑名市におけるデータが欠落していたことから、代わりに四日市市のデータを記載した。上陸数の観測は主に雨後あるいは雨中に限っており、上陸数の欄で数値が入っている期日のみであるので、見落としがいくつもある可能性がある。この上陸数から飛翔する時期を見積もってみる。先述のとおり、1) 上陸から羽化まで約〇日という見積もり方(以下「期間法」と記す)と、2) 発育零点 8.02°C、有効積算温度 408.4 日度を用いる方法(同「積算法」)が考えられる。上陸から羽化までの期間としては、潜土から約20日後に前蛹を経由し、脱皮して蛹に、そしてほぼ30日目に羽化するとしている文献がある<sup>14)</sup>。また羽化してからの寿命については、野外(生態的寿命)では一日当たりの生残率がオス0.74、メス0.84で、日数にするとオスは約3日、メスは約6日、飼育下(生理的寿命)での最長寿命は3週間ほどとしている文献がある<sup>15)</sup>。文献15にはオスの方が一週間ほど羽化が早い、という記載もある。どの見積もり方法を採用し、どこまで厳密に計算するか選択肢が多いが、ここでは簡単に期間法(日数は観測結果と比較して合うように調節)及び積算法の2種で上陸から羽化までの期間を見積もり、文献15で採用している雌雄合わせての平均寿命3.9日を4日と丸めて計算し、観測データと比較した結果を示す。

図3に期間法による計算と観測とを比較した結果を示す。計算、観測とも飛翔数の最大が1になるように規格化した。計算は上陸から羽化までを55日間としたものである。実際は個体ごとに上陸から羽化するまでの期間も、また羽化してからの寿命もばらつくことを

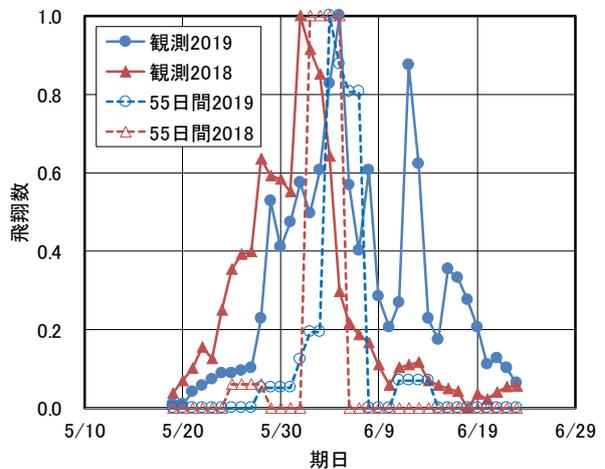


図3 期間法による計算と観測結果の比較

表 2 積算法の結果

上陸日	有効積算温度を超える期日	日数
2018年3月31日	2018年5月17日	47
2018年4月8日	2018年5月22日	44
2019年4月3日	2019年5月24日	51
2019年4月7日	2019年5月25日	48
2019年4月8日	2019年5月25日	47
2019年4月10日	2019年5月26日	46
2019年4月17日	2019年5月27日	40

踏まえると、期間を 55 日間とすると飛翔数のピーク日や日毎の凸凹をある程度再現できているように見える。

表 2 に積算法の結果を示す。この計算でも一部四日市市の気温を用いた。積算法では上陸から羽化までの日数からも明らかなように、観測結果よりも 10 日程度早くなり、合わない。その理由としては文献 9 は飼育結果であること、気温(地温)としているが、野外では気温と地温とで開きが生じること、計算に用いた気象庁の観測地点と、対象とするホタルの生息か所とは異なること、同じゲンジボタルでも東日本型は西日本型より点滅がよりゆっくりしている等地域により遺伝的特性が異なることが考えられるが、どれが大きな要因かははっきりしない。

#### 4. 生物季節の相関

図 2 にホタルの上陸、飛翔に合わせてサクラの開花、満開の期日を比較して示したが、一般的には異なる生物でも、細かな条件の違いはあっても、大まかには同様に気象の影響を受けるとされる。以下には気象庁が公開しているサクラやホタルの生物季節の観測結果<sup>4)</sup>を用いてホタルの飛翔時期の予想ができないか統計

的に調べた結果を示す。

気象庁のデータベースでホタル初見のデータは三重県内では津市のもものみ存在する。図 4 に 1953 年から 2019 年までの津市におけるホタル初見とサクラ満開の期日との相関を調べた結果を示す。相関係数が 0.29 と、弱い相関となる。図を見ると上下に大きく外れた点が各 1 点あり、これらを除外して再評価すると相関係数は 0.53 (近似式の傾き 0.7705, n=55, p<0.01) と、ある程度改善される。

図 4 に示した津市のホタル初見と図 2 に示した桑名のホタルの最多飛翔の期日との相関を調べた結果を図 5 に示す。両方のデータがなければならぬのでデータ点数は限られるが、相関係数が 0.88 と強い相関のあることがわかる。津市と桑名市とは直線距離で約 40km 離れており、片方が初見日、他方が最多飛翔日と条件は異なるが同じホタルの生物季節には強い相関がみられる。ただし、近似直線の傾きは 1 ではなく 0.524、つまり津市における初見が 2 日遅くなると桑名市の最多飛翔日は 1 日遅くなるといった関係になっている。

#### 5. 生物季節記録シート

文献 4 には様々な生物季節の平年値が記載されている。その津市におけるデータを用いて 1 月初めからホタル初見頃まで様々な生物季節を記録し、それからホタル初見の期日を予想する記録シートを作ることができる。図 6 にその案を示す。ここでは馴染みやすいように動植物の名称を文献 4 に合わせてひらがな表記とした。この記録シートを使うことにより、子どもから大人まで季節に伴う動植物の変化を感じながらホタルの飛翔を心待ちにすることができると期待される。

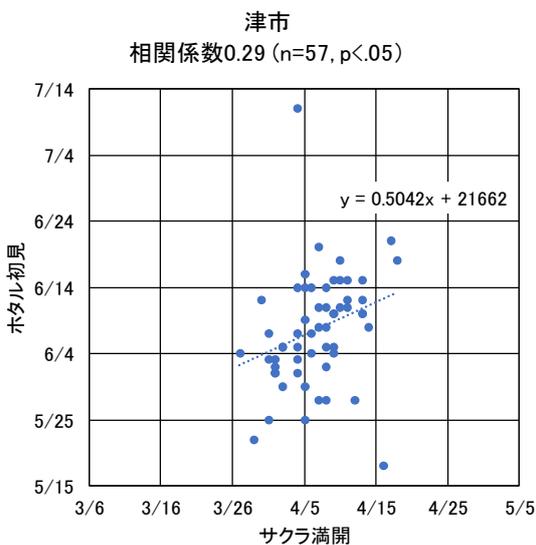


図 4 津市におけるホタル初見とさくら満開の期日の相関

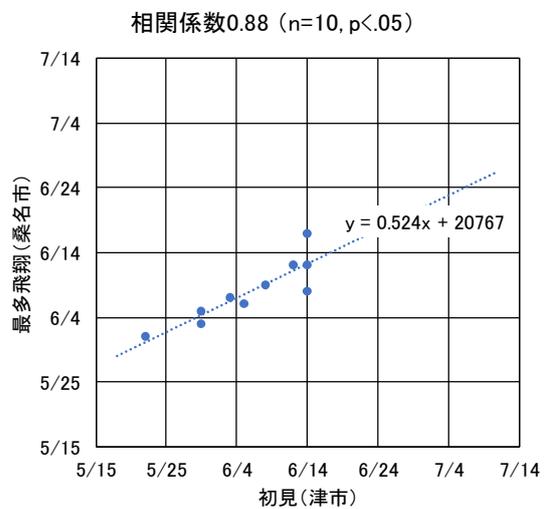


図 5 津市のホタル初見と桑名のホタルの最多飛翔の相関

生物季節記録シート					
令和 年		名前:			
事象	平年値 (津市)	観測期日	ほたる初見 までの日差	予想される ほたる初見日	備考 (場所, 時間, 天候, 数等)
つばき開花	1月12日		145		
すいせん開花	1月13日		144		
梅の開花	2月1日		125		
ひばり初鳴	3月1日		97		
うぐいす初鳴	3月9日		89		
たんぼぼ開花	3月18日		80		
もんしろちょう初見	3月25日		73		
つばめ初見	3月26日		72		
さくら開花	3月30日		68		
しだれやなぎ発芽	4月2日		65		
さくら満開	4月5日		62		
しば発芽	4月8日		59		
いちょう発芽	4月11日		56		
やまつつじ開花	4月16日		51		
のだふじ開花	4月24日		43		
とのさまがえる初見	4月24日		43		
きあげは初見	4月27日		40		
はるぜみ初鳴	5月15日		22		
柿の開花	5月26日		11		
しおからとんぼ初見	5月31日		6		
ほたる初見	6月6日		0		
あじさい開花	6月9日		-3		
ほたる最多飛翔					

図6 ホタル飛翔観察に向けての生物季節記録シート

元のデータは1953年から2018年までの平均、つまり地球温暖化が進みつつある期間の平均であること、また桑名市ではなく、津市のデータであることに注意が必要であるが、ホタル初見までの日差、つまり差分については温暖化や場所の違いの影響は小さいことが期待される。

## 6. まとめ

桑名市内でゲンジボタルの飼育、放流、放流した小川とその近辺の環境維持、そして飛翔時の一般公開の活動を行う中で、飛翔時期が毎年変動し、公開時期の設定に迷ったことから、簡便で良い飛翔時期の予測ができないか検討した。その結果、

- ・ 気象庁の「ほたるの初見日の等期日線図」によると桑名市における初見は6月5日前後となる。
- ・ 観測された最多飛翔日は6月7日～8日、標準誤差4.4日となっている。
- ・ 2018年と2019年の2年のデータに限られるが最多上陸日から最多飛翔日までの日数は55日程度

となっている。

- ・ 上陸日から羽化までの日数を55日とし、羽化してからの平均寿命を4日とすると、飛翔数の日変化をある程度再現できる。
- ・ 文献に示されている上陸日から羽化までの発育零点と有効積算温度を適用すると桑名市内の観測結果よりも10日程度早くなり、合わない。
- ・ 津市のサクラ満開とホタル初見の期日の相関は大きく外れたデータ2点を除外すれば相関係数が0.53とある程度の相関がある。
- ・ 津市のホタル初見と桑名市のホタル最多飛翔の期日の相関は相関係数が0.88と強い。

という知見を得た。ホタルの上陸の観察は容易ではないが、「幼虫が陸に上がるのは、桜(ソメイヨシノ)が散る時期の4月の雨の夜が多いです」とする文献から、最も簡単には「ソメイヨシノが散る時期の55日後に最多飛翔が見られる」という予測ができるかもしれない。また付随して様々な生物季節を記録し、ホタルの飛翔時期を予測しながら待つという「生物季節記録シート」を作成した。

今後の課題としては、本報告で提示した予測法の検証、文献に示されている上陸日と羽化日に関する発育零点と有効積算温度が桑名市内のホテルの例に合わない理由の解明、ないし桑名市内のホテルに合うこれらの値の算出がある。また、最多飛翔日だけでなく初見から最終観測までの期間とその間の飛翔数の推移の予測も課題である。そのために、ホテルの放流か所の気温、地温、水温、湿度を記録するデータロガーを設置することを計画している。

## 謝辞

本研究の対象である桑名市内のゲンジボタルの飼育、放流、放流した小川とその近辺の環境維持、そして本報告のベースとなる観察記録は青山史朗会長をはじめとするホテルとなかまの会全員の協力によるものである。また、本報告をまとめるにあたり、三重大学教育学部理科教育講座の平山大輔准教授に助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) ウィキペディア  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/ホテル>  
(2019年11月26日最終確認)
- 2) 日本のホテルの種類は？ 代表的3種の光り方の特徴  
<http://siritai-zatugaku.com/archives/333.html>  
(2019年11月26日最終確認)
- 3) ホテルとなかまの会  
<http://kuwananohotaru.net/>  
(2019年11月26日最終確認)
- 4) 気象庁「生物季節観測の情報」  
<https://www.data.jma.go.jp/sakura/data/>  
(2019年11月26日最終確認)
- 5) ほたるの初見日  
<https://www.data.jma.go.jp/sakura/data/hotaru2010.pdf>  
(2019年11月26日最終確認)
- 6) ホテルの発生時期（初見日）に関する考察  
<http://www.tokyo-hotaru.com/jiten/report16.html>  
(2019年11月26日最終確認)
- 7) 日本気象協会の桜開花・満開予想について  
<https://tenki.jp/sakura/expectation/qa.html>  
(2019年11月26日最終確認)
- 8) 例えば  
関口伸一、山本雅道：ヘイケボタル (*Luciola lateralis*) の休眠と有効積算温度、信州大学環境科学年報, 36号(2014)
- 9) ホテルの発生に及ぼす温暖化の影響について  
<http://www.tokyo-hotaru.com/jiten/report09.html>  
(2019年11月26日最終確認)
- 10) 南喜一郎：ホテルの研究、南喜一郎発行、1951年6月
- 11) ホテル椿山荘東京ウェブページ  
<https://hotel-chinzanso-tokyo.jp/event/news/665cab1da43d7c3.html>  
(2019年8月15日最終確認)  
2019年11月26日時点で上記は見られなくなっているが、上記を引用した記事が以下にある。  
<https://news.yahoo.co.jp/byline/toryu/20190601-00128296/>
- 12) あびこ自然倶楽部ウェブページ  
<http://www.gem.hi-ho.ne.jp/abiko-nature/hotaru59.html>  
(2019年11月26日最終確認)
- 13) 気象庁 過去の気象データ検索  
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>  
(2019年11月26日最終確認)
- 14) 大場信義：「日本の昆虫⑩ ゲンジボタル」、文一総合出版、1988年5月30日初版第1刷
- 15) 遊磨正秀：「ホテルの水、人の水」、新評論、1993年6月20日第1版第1刷