

ゲンジボタル明滅周期と気温について

笹井昭一* (長野県長野市)

1. はじめに

ゲンジボタルは、集団同時明滅周期（以下明滅周期）や行動パターンの違いから、本州中部を境に西日本型と東日本型の二型に分けることができる（大場，1988）。また、フォッサマグナ周辺では、明滅周期の異なる中間型が分布し（大場，1989；三石，1990），これらは遺伝的にも相違があることが確認されている（佐藤ほか，1991）。

ゲンジボタル二型を論じる上で明滅周期が重要な要素となっているが、明滅周期の比較において、統一された測定条件がないなどあいまいな点が多いのが実状である。そこで、その原因の一つとなっているのが気温による影響ではないかと考え、1995年と1998年に長野県北部のゲンジボタル生息地5ヵ所（図1）において明滅周期と気温の精密な測定を行った結果、両者の関係についての知見を得たので報告する。



図1. 調査地点（長野県北部）

2. 調査方法

(1) 明滅周期の測定

明滅周期の測定は、いろいろな方法が提案されているが、①集団同時明滅時の周期測定、②測定精度の確保、③簡便な手法であることを考慮して、以下の方法によって行った。な

お、街路灯や自動車のヘッドライトなど人工照明の当たる場所や、雨の日、風の強い日など、明滅周期に影響を与えるおそれのある条件は極力さけて測定を行った。また、測定したデータについてはその精度について検討を行った。

- ・2匹以上で飛翔しながら同調して明滅しているゲンジボタルを測定対象とした。
- ・日没後ゲンジボタルが飛翔し始めてから1時間以内に測定を行った。
- ・ストップウォッチを使用した。
- ・目視により明滅の1周期の時間を1/100秒まで測定し記録した。
- ・明滅の1周期は、光り始めから次の光り始めとした。
- ・1回の測定につき、1時間以内に50以上の明滅周期を測定した。
 - ・測定データの平均値を明滅周期とした。

(2) 気温の測定

気温の測定には温度計を使用するが、今回の調査目的から考えると0.1℃程度まで正確に計る必要があった。市販されているガラス製の棒温度計は最小目盛りまでの精度しかなく、使用することはできない。また、温度計の設置する場所は、水面や地面、構造物の付近は気温がその温度の影響を受ける可能性があるため注意する必要がある。そこで本調査では、以下のように気温を測定した。

- ・デジタル式の温度計（センサーは測温抵抗体）を使用した。
- ・デジタル温度計は標準温度計で精度を確認した後使用した。
- ・ホタルが飛翔する場所の気温と同等と思われる場所に温度計を設置した。
- ・0.1℃まで測定し記録した。
- ・明滅周期測定前と明滅周期測定後の2回気温を測定し平均値を用いた。

3. 調査結果と考察

表1. 調査結果一覧

地点名	河川名	測定年月日	データ数	気温 (°C)	明減周期 (秒/周期)	明減周波数 (Hz)
長野市飯綱高原	南浅川上流	1995/7/25	75	20.5	2.64	0.379
長野市飯綱高原	南浅川上流	1995/7/26	60	19.0	2.97	0.337
長野市飯綱高原	南浅川上流	1995/7/28	100	19.4	2.85	0.350
長野市飯綱高原	南浅川上流	1995/7/31	75	21.2	2.58	0.387
長野市飯綱高原	南浅川上流	1995/8/2	75	19.5	2.87	0.349
長野市飯綱高原	南浅川上流	1998/7/13	52	13.8	4.76	0.210
長野市飯綱高原	南浅川上流	1998/7/15	73	17.4	3.35	0.299
真田町入軽井沢	傍陽川	1998/7/1	84	20.4	2.98	0.336
真田町入軽井沢	傍陽川	1998/7/7	91	22.5	2.52	0.398
坂北村大畑	別所川	1998/6/29	76	17.6	3.83	0.261
坂北村大畑	別所川	1998/7/2	91	21.2	2.84	0.352
坂北村大畑	別所川(上流)	1998/7/2	79	21.2	2.83	0.353
丸子町狐塚	依田川支流	1998/6/18	88	23.4	2.14	0.467
丸子町狐塚	依田川支流	1998/6/22	73	16.4	3.47	0.289
佐久市志賀	志賀川	1998/7/5	93	21.6	2.42	0.413

(1) 明減周期データの分布

図2は、1回の測定で得られた明減周期データのうち、10データまで、20データまで、50データまで、及び全部(79データ)の度数分布を示したものである。この図からわかるように、10や20データの度数分布ではばらつき

があるのに対し、50回を越えるとはほぼ正規分布に近づいていることがわかる。得られたデータをこのように解析してみると、概ね50回を越えれば明減周期の平均値も収束するようになるので、測定精度を確保するために1回の測定で50データ以上とした。

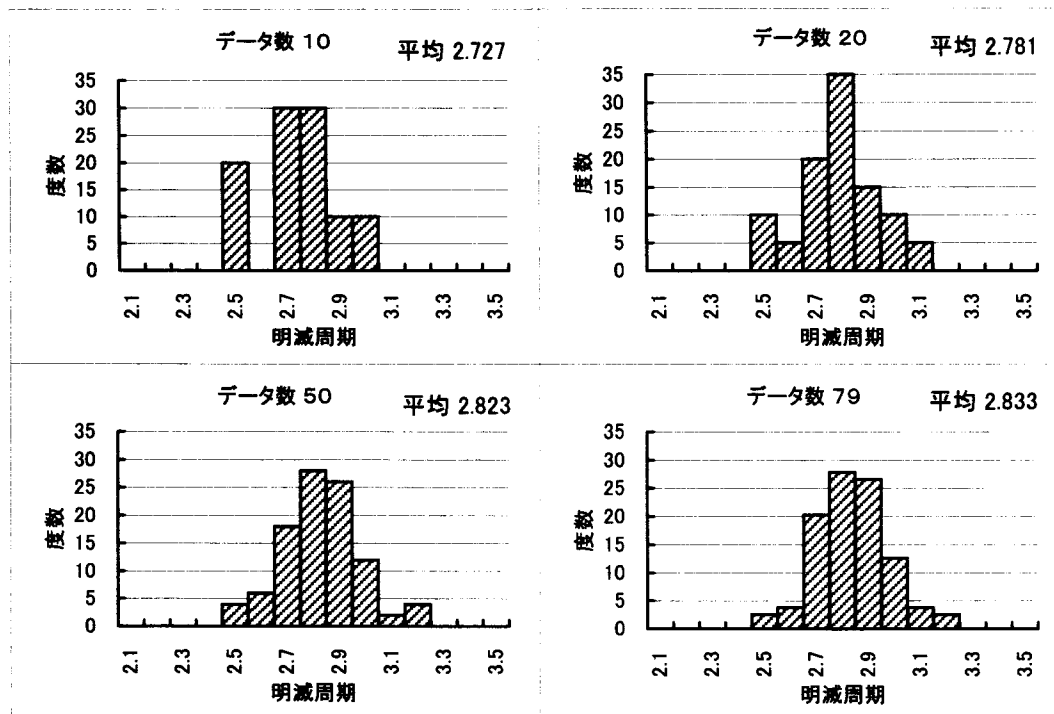


図2. 明減周期データ数と度数分布

(2) 測定誤差と明滅周期のばらつき

図2の度数分布から、明滅周期データはある程度ばらついていることがわかる。図2の例では最小と最大で約0.8秒の差がある。人間が目視によりストップウォッチを押して測定している以上一定の誤差が含まれていると思われるが、この幅の原因は果たしてそれだけであろうか。

そこで図3に気温の異なる別の日に同一場所所で測定したデータを並べてみた。気温が高

い日はばらつきの小さい分布であるが、気温の低い日はなだらかな分布になっている。このことから、測定誤差は明滅周期のばらつきに比べて小さいと考えられた。ゲンジボタルの同時明滅はメトロノームのように正確なものではなく、ある程度のばらつきがあるものといえる。

また、図3からは、ゲンジボタルの同時明滅は気温が高いほど同調性が高いことも読みとれる。

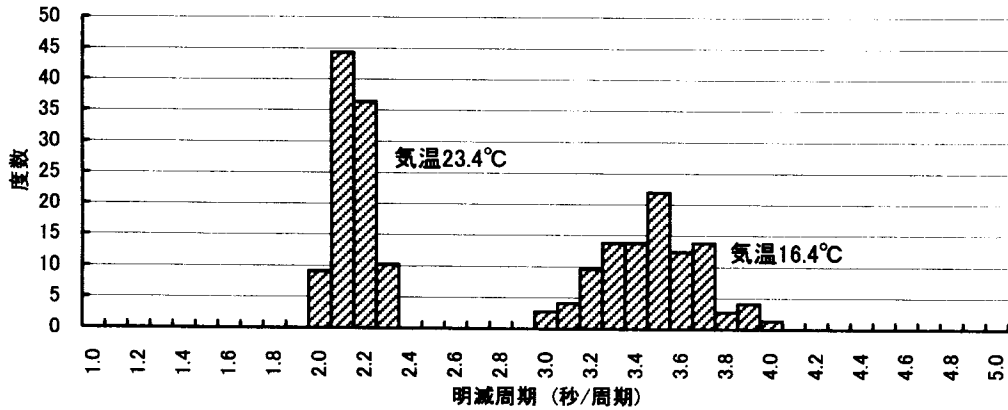


図3. 気温差と明滅周期データの度数分布 (丸子町狐塚)

(3) 気温と明滅周期の関係

図4は明滅周期（平均値）と気温の関係を示したものである。気温が高いほど明滅周期が短くなるのが分かる。また、明滅周期と気温の関係は、直線ではないようである。

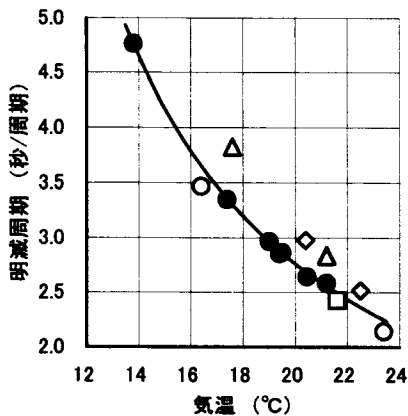


図4. 明滅周期と気温の関係

●: 長野市飯綱高原 □: 佐久市志賀
○: 丸子町狐塚 △: 坂北村大畑
◇: 真田町入軽井沢

ホタルの発光は生物化学反応であるが、化学反応と温度の関係を評価する場合、反応速度を対象とすることが多い。反応速度というのは「単位時間あたりどのぐらいか」を示すものである。明滅周期は「1周期に何秒要す

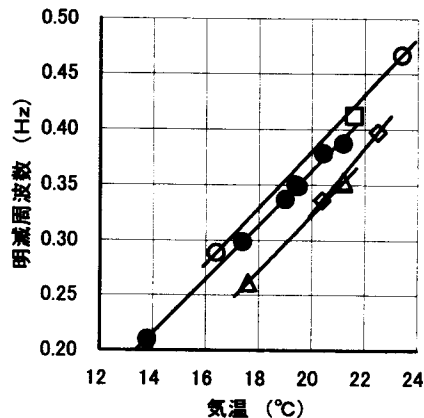


図5. 明滅周波数と気温の関係

●: 長野市飯綱高原 □: 佐久市志賀
○: 丸子町狐塚 △: 坂北村大畑
◇: 真田町入軽井沢

るか」を表したものであるが、この逆数をとれば、反応速度と同次元の「1秒間に何回光るか」になる。ゲンジボタルの明滅は「波」でもあるので明滅周期の逆数を「明滅周波数」として、これと気温の関係を図5に示す。この図から、気温が14℃から24℃の範囲においては、明滅周波数と気温は正比例の関係として取り扱っても差し支えないと思われた。明滅周期は明滅周波数の逆数なので、明滅周期と気温は反比例の関係にあることになる。

図5には、長野県北部のゲンジボタル生息地5カ所のデータが示してあるが、それぞれの直線はほぼ並行となった。これは、同一水系でかなり近い場所のゲンジボタルであっても明滅周期の気温特性に違いがあることを示すものである。

気温と明滅周期（あるいは明滅周波数）の関係を利用して、温度補正（20℃がよいと思われる）した明滅周期を比較することで、各地に生息するゲンジボタルの違いをその生理的側面からつかむことが可能と思われる（図6）。

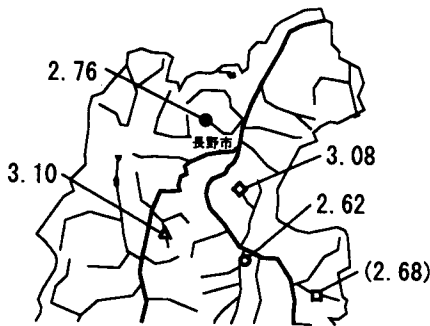


図6. 20℃補正した明滅周期(単位:秒/周期)

(4) 明滅周期と気温の関係式の例

長野市飯綱高原を例にとると、明滅周期と気温の関係式は次のようになった。

$$t = 40.8 / (T - 5.23)$$

t : 明滅周期 (秒/周期)

T : 気温 (℃)

他の調査地点の関係式は、式の最初の係数が40前後、最後の係数が-4から-8の範囲となった。この関係式を他の地域のゲンジボタルにも当てはめることができるように一般化するためには、さらに調査が必要である。

4. まとめ

長野県北部に生息するゲンジボタルの明滅周期と気温の精密な測定によって次のことがわかった。

- (7) 気温が高いほど同時明滅の同調性がよくなること。
- (1) 明滅周期と気温は反比例の関係にあること。
- (9) 明滅周期と気温を精密に調べることでよりゲンジボタルの微妙な地域差を知ることができること。

調査を行ってみて、明滅周期によってゲンジボタル二型（あるいは中間型）を判断する場合、気温補正を行う必要があると強く感じた。温度補正した明滅周期の比較は、より正確にゲンジボタルの地域特性を把握できるので、地域固有のゲンジボタルを保護していく上で役立つものと思う。

本報告は長野県北部のゲンジボタルを対象に調査したものであるが、九州や東北地方など離れた地域におけるゲンジボタルの明滅周期と気温がどのような関係にあるのか大変興味のあることである。今後さらに対象地域を広げて調査していきたいと思う。

引用文献

- 大場信義 1988, ゲンジボタル. 文一総合版.
- 大場信義 1989, ゲンジボタルの同時明滅概報. 全国ホタル研究会誌, (22):4-5.
- 三石暉弥 1990, ゲンジボタル. 信濃毎日新聞社.
- 佐藤安志・藤山静男・鈴木浩文・大場信義 1991, ゲンジボタル地域集団における遺伝的変異. 全国ホタル研究会誌, (24):13-14.

*長野市ホタルの会