

# 山梨県北部におけるゲンジボタルの発光パターンと地理的分化の過程

井口 豊\*

\*長野県岡谷市 生物科学研究所

Email: bio.iguchi@gmail.com

全国ホタル研究会誌 34: 10–12 (2001)

## Pattern and process of geographical diversification of flashes in the firefly *Luciola cruciata* in the northern part of Yamanashi Prefecture

Yutaka Iguchi\*

\*Laboratory of Biology, Okaya, Japan

Zenkoku Hotaru Kenkyukai-shi (Proceedings of the Japan Association for Fireflies Research) 34: 10–12 (2001)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11210400>

### Abstract

The Genji firefly *Luciola cruciata* is classified into the three ecological types, namely, the eastern 4-s flash type, the western 2-s flash type, and the intermediate 3-s flash type. The present study inferred that the divergence of these types in central Japan occurred first between the 4-s type and the common ancestor of the 2-s and 3-s types about 11 Ma in relation to the uplifting of the Kanto Mountains, and then between the 2-s and 3-s types about 3.5 Ma in relation to the uplifting of the Hida Mountains.

### 正誤表

10 ページ右段, 14 行目 :  $1.47 \pm 0.17$  秒 (誤) →  $3.47 \pm 0.17$  秒 (正)

# 山梨県北部におけるゲンジボタルの発光パターンと 地理的分化の過程

井口 豊(長野県岡谷市)

## 1. はじめに

ゲンジボタルの集団同時明滅の周期については大場が全国的な調査を行い、糸魚川—静岡構造線をほぼ境にして西は約 2 秒、東は約 4 秒であることを示した (Ohba, 1984; 大場, 1989; 1988)。しかしながらその後、三石 (1990) や井口 (2000) によって長野県には 3 秒型が広範囲に生息することが判明した。図 1 に示す通り、3 秒型は長野県内の糸魚川—静岡構造線をはさんで両側に分布している。また、静岡県や新潟県でも 3 秒型が報告されている (大場, 1989; 大竹, 1991)。近年になって分子レベルの研究も盛んになり、中部地方のゲンジボタルが東日本のゲンジボタルとも西日本のゲンジボタルともやや異なる遺伝子型を持つことがわかってきた (鈴木ほか, 2000; 武部ほか, 2000)。

上述のように、長野県内のゲンジボタルの明滅周期は各地で調べられているものの、隣接する山梨県では明滅周期のデータは少ない。大場 (1988, 1989) によれば、山梨県下部町には 4 秒型が分布する。また、神田 (1935) は甲府市に 4 秒型が分布すると述べている。しかしながら、山梨県北部 (甲府盆地北部) のゲンジボタルの明滅周期は報告されていない。本研究では、この地域で得られた明滅周期を報告するとともに、これまで中部地方で得られた明滅周期および分子生物学的データを総合して、ゲンジボタルの発光パターンの分化過程について考察してみたい。

## 2. 測定場所および測定方法

同時明滅周期の測定は、山梨県北部の 3 地点で行われた。すなわち、甲府市塚原町の相川 (図 1 A)、山梨市南の兄川 (図 1 B)、塩山市竹森の竹森川 (図 1 C) である。測定日は、相川が 1999 年 6 月 15 日、兄川が 1999 年

6 月 13 日、竹森川が 2000 年 6 月 25 日である。いずれの地点でも、測定時刻は 21:30–22:30 で、天気は曇りで微風だった。気温は、相川 21.5°C、兄川 22.5°C、竹森川 18.5°C だった。

測定は複数のゲンジボタルが飛翔しながら同調して明滅している時に行われた。ストップウォッチを使用し、日視で明滅の 1 周期を 1/100 秒の精度で測定した。明滅の 1 周期は光り始めから次の光り始めまでの時間を計測した。測定は 20 回行われた。

## 3. 結果および考察

各地点の明滅周期 (平均±標準偏差) は以下のとおりであった。すなわち、甲府市相川  $1.47 \pm 0.17$  秒、山梨市兄川  $3.15 \pm 0.13$  秒、塩山市竹森川  $4.15 \pm 0.08$  秒。

この結果は、相川と兄川のゲンジボタルが 3 秒型、竹森川のゲンジボタルが 4 秒型に属することを示唆する。ただし、笹井 (1999) は気温が高くなるにつれてゲンジボタルの明滅周期が短くなることを見だし、地域ごとの明滅周期を 20°C で比較することを提案している。竹森川の気温は 18.5°C だったので、気温が上がればこのゲンジボタルも 3 秒型の周期を示すかもしれない。

大場 (1988, 1989) は神田 (1935) のデータをもとにして、甲府市にも 4 秒型が分布すると述べている。しかしながら、この意見には疑問が残る。確かに神田 (1935) は「甲府市外の西城村のは 4 秒型」と述べている。しかしながら彼の測定値は「1 分間に 16 回の明滅」であり、これは  $60 \div 16 = 3.75$ 、つまり現在の周期区分から言えば 3 秒型となる可能性があつた。今回得られた甲府市相川の明滅周期も神田 (1935) の結果とほぼ一致し、甲府市に 3 秒型ゲンジボタルが生息することが明らかとなった。

三石（1990）は、長野県内の3秒型ゲンジボタルが関東山地西縁に沿って南北に帯状分布することに気がついた（図1）。今回、3秒型が確認された甲府市は、三石（1990）の指摘した3秒型帯状分布の南方延長にあたる。この3秒型帯状分布に、山梨市の3秒型と塩山市の4秒型の分布を考慮すると、3秒型ゲンジボタルが関東山地内縁を取り巻くように分布していて、西に行くにつれ4秒型が出現することがわかった。以前は、糸魚川—静岡構造線が2秒型と4秒型の境界になっていたと考えられた（Ohba, 1984; 大場, 1988, 1989）。しかしながらその後、長野県においては糸魚川—静岡構造線は両者の境界ではないことがわかってきた（三石, 1990）。今回の

調査結果は、山梨県でも糸魚川—静岡構造線は両者の境界ではないことを示唆する。

#### 4. ゲンジボタルの地理的分化の時期と原因

ゲンジボタルの2秒型と4秒型の分化は、いつどのようにして起きたのであろうか。長野県は、志賀高原に4秒型が分布するのは別として、2秒型・3秒型混在地域である（三石, 1990; 井口, 2000）。一方、関東山地以东には4秒型が分布する（大場, 1988; 1989; 三石, 1990）。これらの事実と本研究を考え合わせると、2秒型から4秒型への地理的変異には、糸魚川—静岡構造線ではなく関東山地が密接に関連していることが推察される。鈴木ほか（2000）によるゲンジボタルのミト

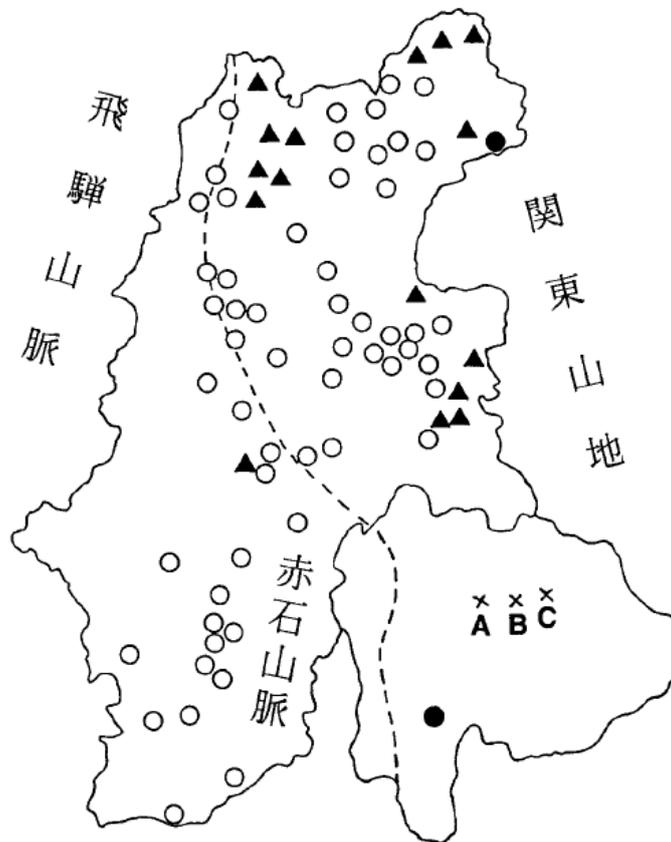


図1. 調査地および長野県・山梨県における2秒型・3秒型・4秒型の分布

A：甲府市塚原町の相川，B：山梨市南の兄川，C：塩山市竹森の竹森川

○：2秒型，▲：3秒型，●：4秒型

長野県のデータは三石（1999），井口（2000）より，山梨県のデータは大場（1988）より

コンドリアDNAの研究でも、中部・西日本グループと関東・東北グループの境界が関東山地付近となっているのは注目される。フォッサマグナ研究会（1991）によれば、1100万年前頃に関東山地が急激に隆起し、流速の大きな河川が何本も形成された。また、山梨県を含む南部フォッサマグナもこの頃から隆起し始めた。したがって、2秒型から4秒型への分化も1100万年前頃に起きたと推定される。一方、鈴木ほか（2000）の図3から、中部・西日本グループと関東・東北グループの間のミトコンドリアDNA C0II領域の遺伝距離を読み取ると、それは約0.03になる。したがって、遺伝距離0.01単位は約370万年に相当することになる。

次に、2秒型と3秒型の分化について考えてみる。長野県より西方は典型的な2秒型（西日本型）の分布地域となる。その境界は飛騨山脈（図1）である。竹内（1988）によれば、飛騨山脈は300万年前頃から激しく隆起し始めた。フォッサマグナ全体の高山化もこのころはじまったらしい（フォッサマグナ研究会，1991）。したがって、2秒型から3秒型への分化（あるいは、2秒型・3秒型混在地域の出現）もこの頃に起きたと推定される。再び、鈴木ほか（2000）の図3を利用して、中部グループと西日本グループの間の遺伝距離を読み取ると、それは約0.01になる。したがって、遺伝距離0.01単位も約300万年に相当することになる。この数値は前述の約370万年と大きく違わない。

ゲンジボタルの地理的分化を地質学的な現象と結びつけた研究は、これまでになかった。ゲンジボタルの行動や形態および分子生物学的データと地質学的なデータとの関連を追究することが、ゲンジボタルの進化の解明につ

ながることが期待される。

## 5. 引用文献

- フォッサマグナ研究会 1991, フォッサマグナの隆起過程. 地団研専報, (38): 159-181.
- 井口 豊 2000, 長野県辰野町におけるゲンジボタルの発光パターン. 昆虫と自然, 35 (14): 18-19.
- 神田左京 1935, ホタル. 日本発光生物研究会.
- 三石暉弥 1990, ゲンジボタル. 信濃毎日新聞社.
- Ohba, N. 1984, Synchronous flashing in the Japanese firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae). Sci. Rept. Yokosuka City Mus. (32): 23-33.
- 大場信義 1988, ゲンジボタル. 文一総合出版.
- 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.
- 大竹和男 1991, 伊豆半島におけるゲンジボタルの明滅間隔について. 全国ホタル研究会誌, (24): 6-7.
- 笹井昭一 1999, ゲンジボタル明滅周期と気温について. 全国ホタル研究会誌, (32): 22-25.
- 鈴木浩文・佐藤安志・大場信義 2000, ミトコンドリアDNAからみたゲンジボタル集団の遺伝的な変異と分化. 全国ホタル研究会誌, (33): 30-34.
- 武部 寛・吉川貴浩・井出幸介・窪田康男・草桶秀夫 2000, 遺伝子から見たゲンジボタルの地理的分布. 全国ホタル研究会誌, (33): 27-29.
- 竹内 章 1988, 中部日本内帯における新时期力場. 月刊地球, 10: 574-580.