

長野県フォッサ・マグナ地帯における ホテル類分布の特異性

三石 暉弥* (長野県長野市)

はじめに

フォッサ・マグナとは英語で「大きな割れ目」という意味である。長野県の場合、県面積の二分の一はそのフォッサ・マグナ上にあり(図1), 県民のおよそ80%がその上で生活している。割れ目の西側の断層は有名な糸魚川-静岡線であり, 東側の断層は, 諸説はあるものの今ところは柏崎-銚子線が有力である(平林, 1978)。この割れ目, 2000万年からの地史的年代経過のなかで, 周りからの土砂や岩石の崩落ですっかり埋めたてられ, さらに, その後起きた激しい造山活動で, 隆起や陥没が繰り返されて今に至る地形を残している。

この場所, 地質学者にとっては, 東・西日本を2分する地質帯として魅力ある研究対象になっている。しかし, ここは地質学ばかりでなく生物地理学的にも極めて重要な領域になっていて, 例えば, 著名な植物学者牧野富太郎の名を冠した牧野線, 同じく杉本順一らによる富士川線などは, 東・西日本の植生を分ける主要な境界線としていずれもこの上に引かれている。移動力のある動物の場合は, 植物ほど明確な区分線は見られない。しかし, 移動力の弱い小型動物(例えば昆

虫類, 陸生巻き貝類など)のなかには, このフォッサ・マグナを境にして東・西日本でその生息域を分けるものが数多く

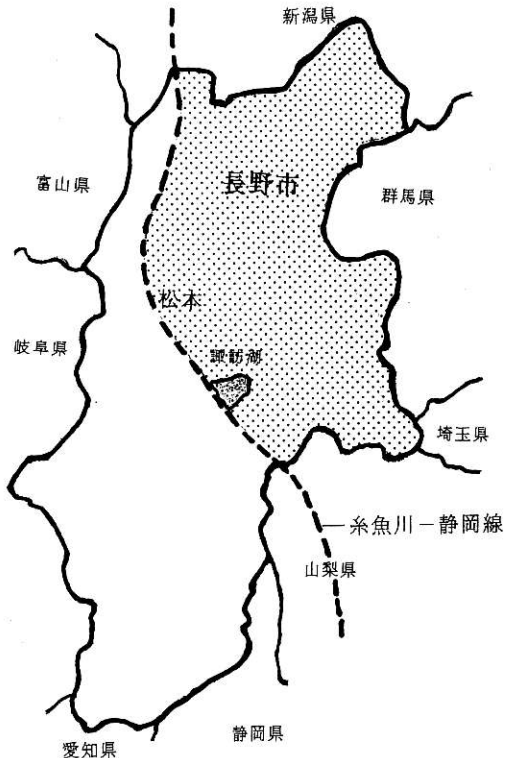


図1. 長野県のフォッサ・マグナ地帯

知られている。実は、筆者らの調べているホタル類もそうした生き物の中の一つであり、特に、福井工業大学草桶研究室グループ（馬場他，2005；日和他，2006など）、鈴木（2003，2004）らによる遺伝子分析からみたホタル類分布の研究は、それに関連した研究の一分野として注目すべきものがある。

筆者は、それら分析結果のうち、特に長野県に関するものをより詳細に検討してみる中で、このフォッサ・マグナと長野県内におけるホタル類分布との関係は、当初予想していたもの以上に興味深いものであることを知った。ここではそのことを取り上げ、長野県内を代表するホタル類三種、ゲンジボタル *Luciola cruciata*、ヘイケボタル *Luciola lateralis*、ヒメボタル *Luciola parvula* について、改めてその関わりの様子を分析してみた。

1. ゲンジボタルの分布

図2は、長野県内に分布するゲンジボタルについて、前記草桶研究室グループ、元都立大学動物系統分類学研究室の鈴木浩文氏、長野県環境保全研究所に遺伝子分析を依頼して得られた結果全体を、同一図面上にまとめてみたものである。これによると、フォッサ・マグナ西縁とされる糸魚川-静岡線より西側に見られる長野県内のゲンジボタルは、すべて西日本グループに属するホタルであり、それより東側、つまり長野県内フォッサ・マグナ上に見られるゲンジボタルは、西日本グループのホタルと東日本グループのホタルが、分析ポイントごとに複雑に入り交じって記録されていることがわかる。ちなみに、図3で長野県東側域・北側域に位置する他県でのゲンジボタルで見ると、これまで明らかにされているものによる限り、埼玉県内、群馬県内はすべて東日本グループ、新潟県内では、

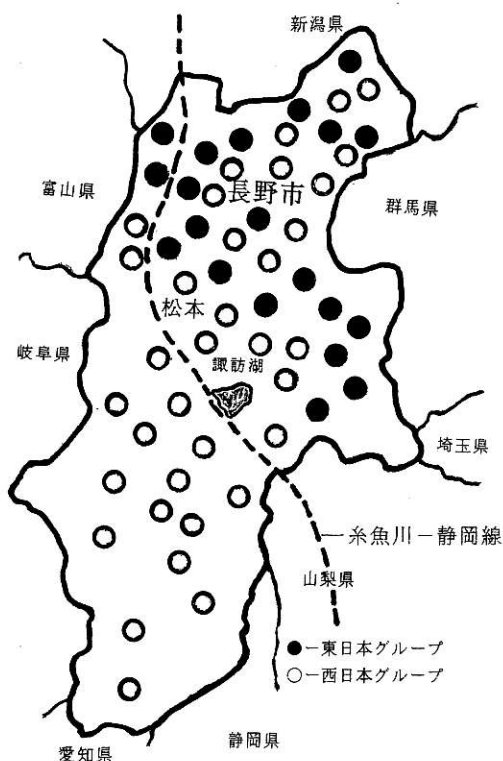


図2. 長野県のゲンジボタル
東・西両グループの分布の様子

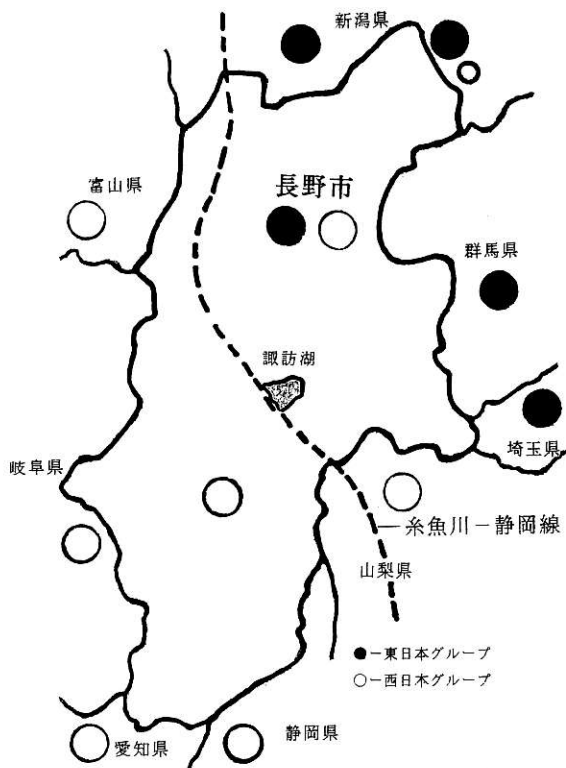


図3. 遺伝子から見たゲンジボタルの
長野県周辺県の様子

長野県東北部域に隣接する南魚沼郡内の一部に、長野県北部域と同じく東・西両グループのホタルが記録された場所があったものの、他は、すべて東日本グループのホタルとなっていて、そうした地域と長野県内フォッサ・マグナ地帯における分布の為様の違いは瞭然としていた。以上から、他県との分析量の違いはあるものの、長野県フォッサ・マグナ地帯におけるゲンジボタル分布の様子は、遺伝子的には、東・西両グループのホタルが複雑に入り交じって発生しているウォラセア（交流域）になっていることが明らかになった。

2. ヘイケボタルの分布

遺伝子分析から見た長野県内のヘイケボタル個体群分布の全体については、三石（2006）にその概要を報告している。ここでは、そうした地理的分布が、フォッサ・マグナとどのような関わりを持つかについて、もう少し詳しく説明してみたい。

三石（2006）でも分かるように、長野県内のヘイケボタルの場合、遺伝子分析からみた地理的分布の様子は、糸魚川－静岡線を挟んで県内の大方の地域を占める甲信越グループと、県北部域のフォッサ・マグナ上にもみ見られる東日本グループの、2グループ分布帯となっている（馬場他、2005）。その後さらに分析ポイントを増やしてそれらを詳しく見たところ、甲信越グループは、三石（2006）でもおおまかに記したように県西北部域小谷村、白馬村、大町市などではそのグループに属するホタルが記録されていたが、同じ北部域でも、糸魚川－静岡線より東寄りの鬼無里村（現長野市）、戸隠村（現長野市）、信濃町、飯山市、野沢温泉村、栄村などのホタルは、そのすべてが東日本のグループのホタルとなっていて、全体の様子は図4のように纏めることができた。ただ、長野県内では、新潟県境小谷村まで入っていた甲信越グループが、そこから越境して新潟県西部域

まで入っているかどうかについては、これまでのところは、資料不足でまだそうだとと言えるまでにはいたっていない。なお、長野県西側域、南側域に隣接する富山県、岐阜県、愛知県、静岡県などのヘイケボタルは、現在わかっている資料に拠る限りすべて西日本グループに属するホタルであり、東側山梨県内は、長野県南東部域と連続する甲信越グループの領域となっていた（馬場他、2005）。以上から、長野県内のヘイケボタル分布状況は長野市を含めた県北部フォッサ・マグナ地帯において、甲信越グループから、ゆるやかに東日本グループに移行していく領域になっていることが明らかになった。

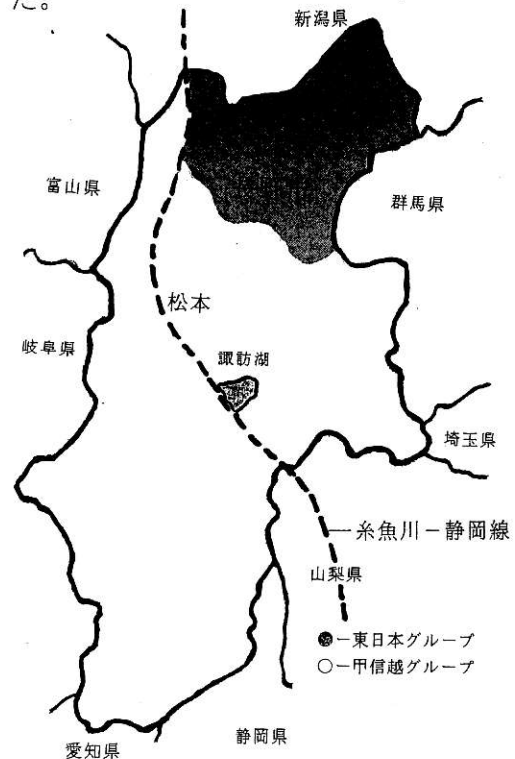


図4. 長野県内のヘイケボタル東日本・甲信越両グループの分布の様子

3. ヒメボタルの分布

ヒメボタルの日本列島全体の分布の様子は、草桶グループらの遺伝子分析に拠れば、東日本グループ、中国・四国グループ、北九州グループ、南九州グループ

の4グループに分けられるとのことである(日和他, 2006)。そのうち東日本グループは、東北、関東、中部、北陸および近畿地方の全体をその中に包含していて、フォッサ・マグナ地帯ももちろんその中に含まれる。ただ馬場ら(2005)によれば、フォッサ・マグナ地帯及びその周辺ヒメボタルをより細かく見ていくと、その中にさらに4つのサブグループ(サブグループI~IV)が認められ、長野県には、そのうちのサブグループIとサブグループIIが混在して見られるとのことであった。

ところで筆者は、ここ数年来長野県内のヒメボタルについてその体型を観察し、三石方式(三石, 2003)による測定法で、雄の平均体長が8mm以上になる大型個体群と、7mm以下から7mm前後になる小型個体群のあることを確かめており、その詳細を県図上にプロットしたものを順次発表してきている(三石, 2007)。それ

によると、それら大型タイプ、小型タイプの分布の様子はかなり整然としたものであり、これまでに確かめられた長野県内45ポイントの発生地でそれを見る限り、大型タイプのヒメボタルは、図5のように県東側域では千曲川を境にしてそのすべてが川の右岸域に、県北側域では、犀川及びその支流である土尻川を境にしてそのすべてが川の左岸域に見いだされていて、そのいずれもが、フォッサ・マグナ上での記録になっていた。これに対して、小型タイプのヒメボタルはそれ以外の地域、つまり、上記河川に囲まれた内側域、県中央部から県南西側域の全体、および県北部のフォッサ・マグナ帯西側域にひろく広がって確かめられていた。ただ、そうした状況が、馬場らの言うサブグループIとIIにどのような関わりを持つかについては、まだ地域を明確にした詳しい発表がされていないので、今のところはそれ以上の考察はできていない。

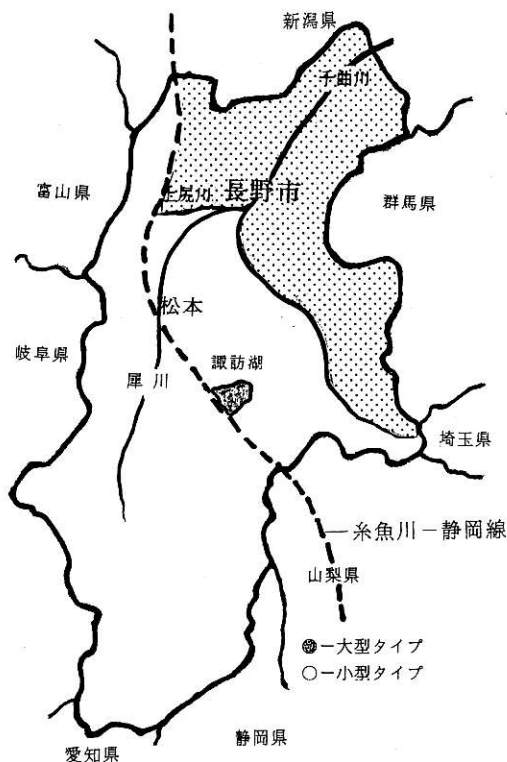


図5. 長野県内のヒメボタル大型タイプ・小型タイプの分布の様子

4. 全体の考察とまとめ

ここまで、長野県フォッサ・マグナ地帯におけるゲンジボタル、ハイケボタル、ヒメボタル3種のホタルについて、それぞれの種のフォッサ・マグナ上での分布の様子を説明してみた。最後に、それらの説明をもとにして、改めて3種のホタルと長野県内フォッサ・マグナとの関係性を考察してみたい。

まずゲンジボタルについては、長野県内フォッサ・マグナ地帯が、東・西両グループのホタル生息域が複雑に入り交じる遺伝子面でのウォラセアになっていることが明らかになった。このことは、これからの研究の発展いかんによっては、日本列島上において東・西両グループのホタルが、いつ、どこで、どう分化したかという謎に迫ることができるかもしれない大変興味ある現象であった。

かつて大場(1988, 2004)は東・西2型の分布問題について考察し、西日本から北上してきた2秒型ホタルが、中部山岳地帯の日本側か、太平洋側のどちらか

のごく狭い地域を出口として東日本に分散したとき、そこで何かが起きて4秒型ゲンジボタルとして分化、それが東日本、北日本全体に広がって行ったのではないかという一つの仮説を提唱した。しかし、今回筆者が、草桶研究室グループなどのご好意で分析して頂いた遺伝子分析の結果でみると、前述してきたように、長野県内フォッサ・マグナ上で、極めて特異な東・西両グループのホタルが入り交じって発生している遺伝子上のウォラセアが確かめられた。このような交流域を、種の変化が生じやすい移行帯の一つであると見るならば、そのことは、東・西両タイプのホタルの分化が、中部山岳地帯の端、ごく狭い海岸寄りの何処かで起きたと考えるよりは、むしろ列島中央部寄り、つまり、ここでは長野県北部域に見られるフォッサ・マグナ上で何かが起こり（例えば急激な地殻変動、造山活動など…。一例をあげるならば、長野県北部域と新潟県西部域を境する有名な戸隠連峰は、今から150万～100万年前頃に起きたとされる激しい造山活動によって、かなりの短期間で形成された山塊であることが明らかにされている。また、現在は休火山、死火山として知られている新潟県境雨飾山、妙高山、飯縄山、黒姫山、斑尾山などは、その頃はまだ盛んに噴煙を上げていた活火山であったと解明されている）、その結果、西日本から北上し、すでにその辺りまで分布を広げていた2秒型ホタルが、それらの激しい造山活動、火山活動などに巻き込まれて今に見る4秒型変異を生じた。その後そのホタルが、長野県飯山市、栄村の境目辺りから（ここは長野県北部県境域で、標高250m～300m、幅数百m～数kmに渡る平坦地がなだらかに新潟県津南市側に向かって広がる一帯であり、山岳県長野としては極めて珍しいフロアとして注目されている場所である）新潟県側に拡散し、しだいに東日本全体に分布を広げていったのではないか…。そのなごりが、今に見る東・西両グループのホタルが複雑に入り交じ

るウォラセアである…。三石は、今回の遺伝子分析の結果から、大胆にそんな仮説を提唱してみたいと思っている。

ヘイケボタルについては、長野県全域41地点から採集したサンプルを遺伝子分析して頂いた結果、長野県内には、東日本グループと甲信越グループの2グループが、存在することがわかった。このうち甲信越グループは、東信真田町（現上田市）から中信小谷村を結ぶ線より南西側域に分布しており、県内の大方はこのグループに占有されていた。馬場ら（2005）は、この甲信越グループはフォッサ・マグナ地帯中央部のみに見いだされる固有のグループであり、いまから1500万年位前とされるフォッサ・マグナ地質構造が形成される以前よりこの地域に分布を広げていたものが、その後の造山活動で周りを囲まれ、周辺域より隔離されたために独自の分化を遂げたものであろうと推定している。これに対して、その北側域にみられる東日本グループは、長野県としては、長野市周辺域を含めて新潟県境までのあまり広くない範囲に限定されている。しかし、それに続く新潟県側は、これまでの分析結果でみる限りすべて東日本グループであり、それらが長野県内に見られる東日本グループと一体のものであることは、地形的に見ても（ゲンジボタルでの考察参照）疑う余地はない。ただ、それが新潟県側から入ってきたものか、もともと長野県側にいたものが新潟県側に拡散していったものかは、今のところは、まだそこまで考察できていない。

ヘイケボタルでは、ゲンジボタルに見られたようなはっきりとした遺伝子的交流域は見られなかった。しかし、甲信越グループ（甲信グループとした方が正しいか？）と東日本グループの接点がほぼ同じ長野県北部フォッサ・マグナ帯であったことには変わりなく、ヘイケボタルの分布にもまた、フォッサ・マグナ地帯が大きな役割を担っていたであろうことが、考察された。

ヒメボタルの場合はどうであろうか。3で記してきたように、馬場ら(2005)による遺伝子分析では、長野県の場合、すべてが東日本グループの領域に入っていた。しかし、体型から見る限り、長野県内には明らかに大型タイプと小型タイプの2型が認められ、しかもそれらが、発生場所の地形や近くに流れる河川などの地理的環境と関わりながら、これもまた、長野県東・北部域フォッサ・マグナ上で明確に2分されていた。なお三石(2007)に記してきたように、長野県東北部域に隣接する山梨県、埼玉県、群馬県、新潟県のヒメボタルは、これまでの記録に拠る限りすべて大型タイプのホタルであった。

2007年、三石は新潟県南魚沼郡長野寄りの日陰山地籍で大型タイプのヒメボタル発生地を1箇所確認した。他にも、湯沢町清津川西沢地積(保坂, 私信)で、また、長岡市の知人からは、谷川岳西寄り地籍で大型ヒメボタルの発生を確かめたという情報が寄せられている(小川, 私信)。今後、新潟県内のヒメボタル発生地の発見が進む中で、草桶グループの言うサブグループとの関連がどうなるのか、注目していきたいと思っている。さらにまた、それと併せて、これまでも何度となく繰り返してきたように、長野県に隣接する富山県内のヒメボタル生息地の情報が1日も早く得られればと考えている。

以上、長野県内フォッサ・マグナ地帯におけるホタル類分布の特異性について、私なりの考察を記してみた。十分なものでないが、今後フォッサ・マグナ地帯のホタルを語る一つの素材にはなり得ると思っている。忌憚のないご意見を頂きた

い。

最後になってしまったが、このレポートは福井工業大学草桶研究室グループをはじめとして、多くの研究者や協力者のお力をお借りして纏めたものである。一々お名前は記さないが、この場をお借りして関係者各位に改めてあつくお礼を申し上げます。

引用文献

- 馬場弘孝他 2005, フォッサマグナ地帯における遺伝子から見たホタル個体群の地理的分布. 全国ホタル研究会誌, (38):51-56.
- 平林照雄 1978, フォッサ・マグナ. 信濃毎日新聞社.
- 日和政他 2006, 遺伝子からみたホタルの個体群の地理的分布. 全国ホタル研究会誌, (39):56-59.
- 三石暉弥 2006, 遺伝子から見た長野県におけるヘイケボタル個体群の地理的分布. 全国ホタル研究会誌, (39):43-47.
- 三石暉弥 2007, 新しく確認されたヒメボタルの発生地とホタルの体型からみた分布の特異性Ⅲ. 全国ホタル研究会誌, (40):35-39.
- 大場信義 1998, ゲンジボタル. 文一総合出版.
- 大場信義 2004, ホタル点滅の不思議 - 地球の奇跡. 横須賀市自然・人文博物館.
- 鈴木浩文 2003, 日本産水生ホタルの進化史. 海洋, (39):623-629.
- 鈴木浩文 2004, ホタルの系統と進化. 昆虫と自然, (39):14-18.

*長野ホタルの会