

# 研究者 4 人と市民 160 人が垣根を越えて全国一斉へび調査

～下北半島から屋久島までヤマカガシの色彩多型の記載に成功～

## ポイント

- ・研究者 4 人と市民 160 人の連携によって日本固有種のへび類ヤマカガシの色彩多型を一斉調査。
- ・日本各地の画像データから従来の 6 種の色彩多型を大きく超える多様な色彩多型を記述。
- ・色彩多型が創出される仕組みの作業仮説までも提示され市民科学の有用性を列島規模で実証。

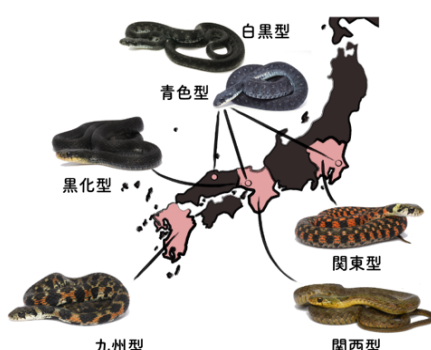
## 概要

北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの細木拓也 JSPS 特別研究員、京都大学大学院理学研究科博士後期課程の福田将矢氏（研究当時、現：京都大学総合研究推進本部リサーチ・アドミニストレーター）、東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻の久保孝太特任研究員、在野研究者の福田文恵氏ら研究者 4 名と、市民 160 名からなる市民科学研究グループは、日本固有種のへび類ヤマカガシにみられる体の色や模様のちがい（色彩多型）を、青森県の下北半島から鹿児島県の屋久島に至るまで一斉に調査し、その驚くほど豊かな色彩の多様性を明らかにしました。

この地球上には多種多様な生物が生息しています。しかし、研究者の力のみで生物が織りなす莫大な多様性を記述し、多様性がいかに生じ、維持され、消失するのかを追究することは極めて困難といえます。研究者チームは、研究者と市民とが協力して自然界の謎を解き明かす強力なツール「市民科学」により、生物の色彩多型の地理的変異を日本列島の規模で明らかにできるのか、検証しました。今回、日本人にとって身近な存在であるへび類・ヤマカガシを対象に、市民は目撃情報を画像とともに投稿し、研究者は野外調査と Web 検索を駆使することで、日本全国から画像データを収集することに成功しました。驚くべきことに、これまで大まかに 6 種類にまとめられてきたヤマカガシの色彩多型には、少なくとも 123 種類もの体の色と模様の組み合わせが存在しており、実に多様であることが判明しました。そのうち、模様（斑紋）の大きさのちがいは捕食者に対する戦略への関与が示唆され、今後その創出の仕組みを理解するためには、捕食者の視覚機能に着目した研究の必要性が見出されました。今回の研究は、研究者と市民のタッグが日本列島レベルでの生物多様性の研究に強力なツールとなることを示す重要な成果といえます。

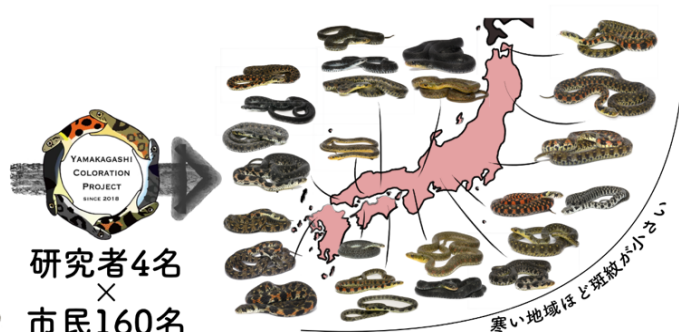
なお、本研究成果は、2025 年 5 月 19 日（月）公開のロンドン・リンネ協会が出版する動物学雑誌 *Zoological Journal of the Linnean Society* にオンライン掲載されました。

### 【これまでの研究：ごく一部の地域】



色彩多型をもつ日本固有種 ヤマカガシ  
課題 1：色彩の詳細な記述は一部地域に限られる  
課題 2：限られた観察ながら 6 種の色彩型に分類  
▶ 日本列島全域での色彩多型の分布は？  
各地域の名を冠した地域型は地域特異的か？

### 【本研究：研究者と市民が全国一斉調査】



\*画像は市民データをもとに研究者が再調査を実施して得たもの  
発見 1：既知の 6 種を大きくこえ 123 種の色彩多型を発見  
発見 2：旧来の地域特異型はその記載地域を越え広く分布  
発見 3：温度と模様の出現頻度の関係性が明らかに  
▶ 想像以上に多様なヤマカガシの色彩変異が明らかに！  
列島規模の多様性研究への市民科学の有用性を提示！

本研究の概要図

## 【背景】

この地球上には多種多様な生物が生息し、その恩恵の上に我々の社会は成り立っています。しかし、研究者の力のみで生物が織りなす莫大な多様性の一つ一つを観察、記載し、多様性がいかに生じ、維持され、消失するのかを追究することは極めて困難といえます。またそういった不十分な観察に基づく多様性研究は、偏った結論を導いてしまう危険性もあります。とりわけ生物の体の色や模様のちがい（色彩多型）は実に大きく、観察からその分布や出現頻度、創出機構や維持されるに至る仕組みを追究することは、上述の点において難題といえます。細木 JSPS 研究員らの研究グループは、研究者と市民とが協力して自然界の謎を解き明かす強力なツール「市民科学」を武器に、生物の色彩多型を日本列島スケールで明らかにできるのか、日本固有のヘビ類・ヤマカガシをモデルに検証しました。

ヤマカガシは、古来より川の主や神の使いとして語り継がれ、また葛飾北斎や歌川国芳らの描く浮世絵にも登場するなど日本人にとって身近な存在です。そんな日本人に馴染み深いヤマカガシは、日本で言う市民科学の研究の題材として最適といえます。1970 年代にヤマカガシにおける色彩多型が記述されて以降、その体の色や模様は大まかに 6 種類の色彩型（関東型・関西型・九州型・黒化型・白黒型・青色型）にまとめることができると考えられてきました。しかしながら、これまで観察の対象となった地域は限られており、次のような疑問—日本全国に色彩多型はどのように分布しているのか、色彩型は実際にはもっと多様なのではないか、地域の名を冠した色彩型が実は色々な地域にもいるのでは、どのような環境要因が色彩多型に関わっているのか—は未解決のままでした。このような疑問に答えるために、研究グループは市民科学からのアプローチを試みました。

## 【研究手法】

研究グループは、主要な SNS の一つである Twitter（現 X）上で、毒蛇であることに十分注意を促した上で、ヤマカガシの画像データ収集への協力を呼びかけました。その結果、延べ 160 名の市民の参画により、北は青森県の下北半島から南は鹿児島県の屋久島に至るまで、合計 953 点の画像が集まりました。これはヤマカガシの分布域をほぼ網羅できたといえます。そのうち今回の研究に必要な条件（高解像度であること、成体であることなど）を満たす 180 点の画像（99 名分）を選別し、さらに研究者が web 検索によって収集した 328 点の画像、及び比較用に野外調査で得た 30 点の画像を組み合わせ、色彩多型の全国マップを作成するとともに、明確な色彩型はあるのか、関わっている環境要因は何かを検証しました。

## 【研究成果】

驚くべきことに、ヤマカガシの色彩多型には、大まかに 6 種類にまとめられてきた色彩型をはるかに上回る、少なくとも 123 種類もの体の色と模様の組み合わせが存在することが明らかになりました（図 1）。これらの組み合わせは、いくつかの色彩型グループに分かれるというより、少しずつ異なる色や模様が組み合わさってできる連続的な様態であることが示唆されました（図 2）。また「関東型」など地域の名を冠した各型は、実際にはその地域に限らず広く分布していることも判明しました。体の各部位の色や模様に着目すると、東北から九州にかけて、背側の体色が深い緑色から明るい緑やクリーム色へと変化し、模様（斑紋）は次第に大きくなるといった傾向が見出されました。さらに、関西から中国・四国地方にかけての地域では、斑紋の色や下顎～腹部の色、赤色の差し色の有無などが多様性に富む傾向が見出されました。さらに、環境指標との比較から、生息地域の温度が低いヤマカガシほど斑紋が小さくなる傾向も見つかりました（図 2）。

現段階では示唆に留まるものの、寒冷な地域に生息するヤマカガシたちは、斑紋が小さいために低速であっても捕食者の視覚を混乱（フリッカー融合）させやすく、そのため体温が低い環境で動きが緩慢になりつつも捕食を回避できている可能性があります。これはまだ作業仮説の段階であり、これからの実証研究が必要ではありますが、色彩多型を決定する究極要因を追求する上で、糸口が見出されたといえます。

### 【今後への期待】

急速に失われつつある生物多様性を記載し、その創出や維持の機構を明らかにすることは喫緊の課題といえます。今回、研究者と市民のタッグは、日本列島レベルの広範囲の多様性の記述に極めて有用であることが示されました。加えて、次なる実証研究にあたり、新たな作業仮説を提示することもできました。今後、様々な分類群において市民科学を活用した研究が進むことで、生物多様性への理解が一層深まることが期待されます。

また、ヤマカガシは毒ヘビであり、身近な存在とはいえ注意が必要です。2017年に兵庫県伊丹市の小学生がヤマカガシに噛まれて意識不明の重体になった事故をはじめ、現在までに50件以上の重症例と5件の死亡例が報告されています。各地域でよく見られるヤマカガシの色彩多型を広く周知することで、咬症事故を未然に防ぐことができると期待されます。

### 【謝辞】

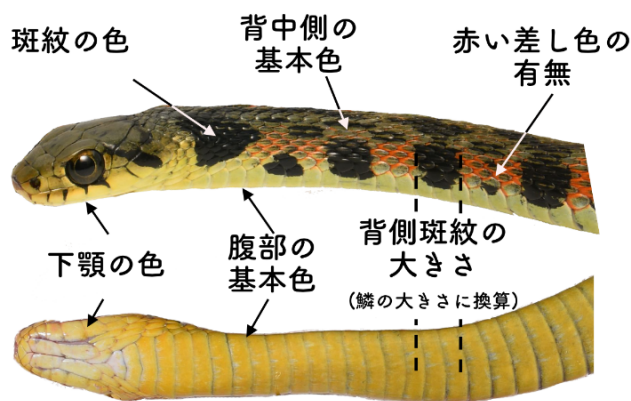
本研究は多くの市民の協力によって成し遂げられました。また、JSPS 科研費事業（JP23KJ0008）の助成を受けたものです。

### 論文情報

|     |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 論文名 | Community science data highlight the vast colour pattern variations in the Japanese natricine snake ( <i>Rhabdophis tigrinus</i> ) (市民科学が解き明かすヤマカガシの色彩多型)                                                                                 |
| 著者名 | 細木拓也 <sup>1</sup> 、福田将矢 <sup>2</sup> (研究当時)、 <sup>3</sup> 、久保孝太 <sup>4</sup> 、福田文恵 <sup>5</sup> ( <sup>1</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、 <sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科、 <sup>3</sup> 京都大学総合研究推進本部、 <sup>4</sup> 東京大学大学院理学系研究科、 <sup>5</sup> 京都市) |
| 雑誌名 | <i>Zoological Journal of the Linnean Society</i> (動物学の専門誌)                                                                                                                                                                                |
| DOI | 10.1093/zoolinnean/zlaf037                                                                                                                                                                                                                |
| 公表日 | 2025年5月19日(月) (オンライン公開)                                                                                                                                                                                                                   |

### 【参考図】

#### 解析対象とした色彩の形質



#### 色彩変異の地理的な分布

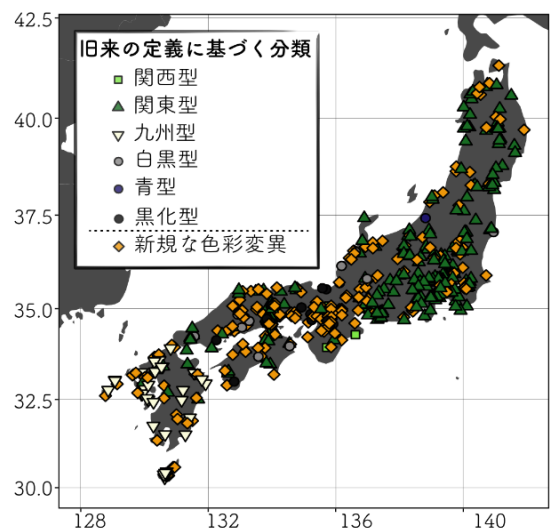
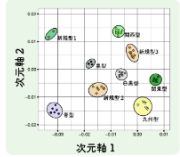


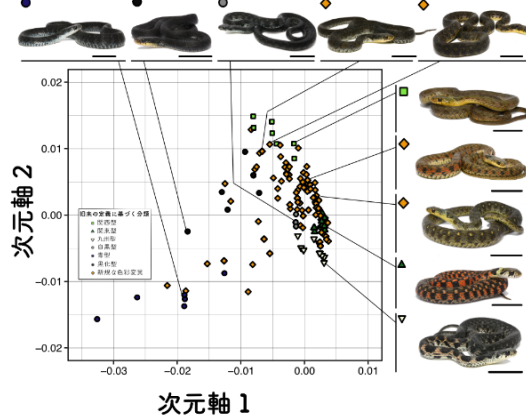
図 1. ヤマカガシにおいて色彩多型が知られている各部位（左）、今回、研究者と市民が合同で収集したヤマカガシの画像を既往研究に基づいて分類した結果（右）。従来、地域固有の色彩型とされてきた関東型、関西型、九州型はその名を冠した地域以外でも広く分布している。また、既知の色彩多型のいずれにも属さない形質（新規な色彩変異）は、ヤマカガシの分布域全体で広く認められた。

## コレスポンデンス解析とクラスタリング分析 →明確な色彩グループは見つからず

明確な色彩グループがあると仮定した時の予想



市民と研究者の画像データを統合して解析をおこなった結果



色彩変異と温度の関係性  
→寒い場所にいるヤマカガシは  
背側の斑紋が小さい

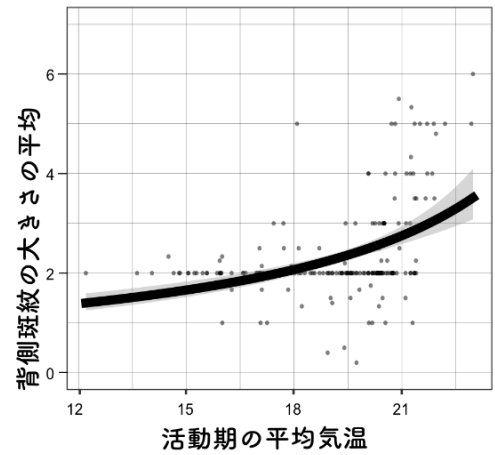


図 2. 新規な色彩変異を統合し、コレスポンデンス分析による多様性の可視化と *k-mode* 法によるクラスタリングを試みたが、明確な色彩グループに分割されることはなかった（左）。一方で斑紋については、活動期の温度が低い生息地ほど斑紋の大きさが小さくなる傾向が見出された（右）。