

令和 6 年 3 月 1 日

琉球列島における爬虫類の一新種  
～やんばる固有の新種ヤンバルトカゲモドキ～

千葉県立中央博物館 栗田隆気 研究員と琉球大学熱帯生物圏研究センター 戸田守 准教授は、沖縄県に生息する絶滅が危惧されているヤモリの仲間のクロイトカゲモドキの分類に関する共同研究を行いました。本研究では沖縄島北部および古宇利島の個体群と沖縄島中南部、屋我地島、瀬底島、および伊江島の個体群が形態的・遺伝的に識別できることを示し、前者を新種として分割、記載しました。本研究の成果は、2024 年 2 月 27 日付けで、日本爬虫両棲類学会刊行の国際学術誌「Current Herpetology」にて公開されました。

<<研究の概要>>

生物の種（しゅ）を見分けることができるようにすることは、私たちが暮らす環境がどれほど多様な生物種によって支えられ、また、それらと共有しているのかを認識したり、生物を直接的・間接的に利用したあらゆる人間活動の安全性、効率性、妥当性を担保したりするために欠かせない、もっとも基礎的な作業です。体内外の構造、産生する化学物質、生態、行動、音声、遺伝子など様々な特徴に基づいて生物間の類似性・差異を調べることで別々の進化的実体を識別し、類縁性を考慮して体系的に整理する学問を「分類学」といいます。

沖縄県の沖縄島とそれに近接する屋我地島、瀬底島、伊江島、古宇利島の 5 つの島だけに生息するヤモリの一種、クロイトカゲモドキ *Goniurosaurus kuroiwae* には沖縄島北部および古宇利島の個体群と沖縄島中南部、屋我地島、瀬底島、および伊江島の個体群の間に明瞭な遺伝的な違いがあることがこれまでの研究からわかっており、これらを異なる種として扱うべきだという見方が提唱されていました。この研究では、野生の個体から採取した組織サンプル、博物館標本、生体写真を用いて、遺伝子と外部形態に基づいて沖縄島の広い範囲で個体群の類似性を評価しました。その結果、先行研究で示されていた遺伝的な違いは本研究でも再確認され、さらに、主に背面の模様の違いによって、それらの遺伝的に異なるグループを識別できることが示されました。これらのことから沖縄島北部と古宇利島の個体群を新たにヤンバルトカゲモドキ *Goniurosaurus nebulozonatus* として記載しました。

クロイトカゲモドキは近年分布域が縮小し、個体数も減らしていると考えられており、絶滅危惧種に選定されています。これまでクロイトカゲモドキ 1 種とされていたものにクロイトカゲモドキとヤンバルトカゲモドキの 2 種が含まれているということは、種の分布域と個体数がこれまで評価されていたよりも小さいことを意味しているため、今後はそれぞれの絶滅リスクを再評価し、種ならびに生息環境の保全に還元することが必要です。

<<発表者名>>

栗田隆気（千葉県立中央博物館 研究員）

戸田守（琉球大学熱帯生物圏研究センター 准教授）

## <<研究の背景>>

九州から台湾の間、およそ 1,500km にわたって延びる琉球列島は、生物相の違いにより北琉球、中琉球、南琉球の3つの地域に分けることができます。このうち中琉球には近縁な種が北琉球や南琉球、あるいは九州や台湾など隣接地域には見られない一方で、遠く離れた地域にのみ見られる特殊な分布様式を示す生物が多く生息しています。トカゲモドキ類はその代表ともいえる生物で、日本では鹿児島県徳之島と沖縄県の沖縄諸島の島々に分布し、近縁種が中国南部とベトナム北部にだけ分布する遺存固有種で、琉球列島の生物相の成り立ちを考えるうえで重要なグループだと考えられています。一方で、開発による生息環境の悪化・消失、イタチやネコといった捕食性外来種の侵入、違法捕獲等が原因となって絶滅のおそれが高まっているとされています。そのため、日本に生息するトカゲモドキ類はすべて国の希少種および県の天然記念物に指定され、法的に保護されています。

トカゲモドキ類はヤモリの仲間ですが、主に地表で生活し、可動性のまぶたを備えている点で、家屋に出現するいわゆるヤモリの仲間とは区別されます。日本のトカゲモドキ類には徳之島に生息するオビトカゲモドキ *G. splendens* と沖縄諸島に生息するクロイワトカゲモドキ *G. kuroiwae* の2種が認められ、後者はさらに生息する島が異なる5つの亜種、クロイワトカゲモドキ *G. k. kuroiwae*, マダラトカゲモドキ *G. k. orientalis*, クメトカゲモドキ *G. k. yamashinae*, イヘヤトカゲモドキ *G. k. toyamai*, およびケラマトカゲモドキ *G. k. sengokui* に分割されています(図1)。このうち、沖縄島とそれに隣接する屋我地島、瀬底島、伊江島、古宇利島に生息する亜種クロイワトカゲモドキは、これまでの研究で沖縄島北部および古宇利島の個体群と沖縄島中南部、屋我地島、瀬底島、および伊江島の個体群の間に大きな遺伝的な差異があること、また、この2グループは沖縄島内で交雑していますが、その範囲は沖縄島北部の狭い範囲に限られることがわかっていました。2つの遺伝的実体が分布を接しつつも特有の遺伝的特徴を保っていることから、それぞれ異なる種として扱うべきであると指摘されていましたが、クロイワトカゲモドキは模様などの変異が大きく、2つのグループが形態的な特徴で見分けることができるかどうかわかっていませんでした。このように、クロイワトカゲモドキの分類学的な研究は不十分でした。

## <<研究で行ったこと>>

そこで本研究では、日本産トカゲモドキ類2種5亜種、とくに沖縄島の異なる地域の個体群に注目してDNAを再度分析し、先行研究で示されていた2グループの存在を再確認するとともに、トカゲモドキ類の体を外部から観察して評価できる特徴(外部形態)を調べ、それらが形態的に見分けられるかどうかを検討しました。トカゲモドキの核DNAは、構成要素のアデニン、チミン、シトシン、グアニンの4種類の塩基が全体で約20億個、12個の染色体に分かれて並ぶ長大な配列です。本研究では遺伝的分析として、この配列間で塩基が異なる種類に置換している部分(一塩基多型)を数百~数千か所ランダムに選び、個体間の置換パターンの類似性に基づいてグルーピングを行ったり、個体群が分割した順番を推定したりしました。

外部形態の分析では沖縄県立博物館・美術館や国立科学博物館、京都大学等に収蔵されている標本や新たに採集した標本個体について、体の各部位の長さ、鱗の数、形状、並び方、

模様形状などを数値化・類型化して外部形態のデータを作成し、ランダムフォレスト法という機械学習の一種でグループの判別がどの程度の精度で可能かを検討しました（図 2）。さらに、野外で撮影した 900 個体超の生体の画像データを併せて分析し、個体を捕獲せずに評価できる形態（模様など）だけを使ってグループを識別できるかどうかを検討しました。同時に、これらの分析によって 2 つのグループを判別する際に有用な形質を探索しました。

<<研究からわかったこと>>

沖縄島各地のクロイトカゲモドキの個体群の DNA を分析した結果、これまでの研究と同様に、沖縄島の北部と中南部の間に大きな遺伝的な差異があることがわかりました。また、北部と中南部の個体群の交雑で生じたとされていた個体群についても存在が再確認されました。したがって、沖縄島北部および古宇利島の個体群と沖縄島中南部、屋我地島、瀬底島、および伊江島の個体群の間に形態的な違いがあるかどうか分類学的な焦点となります。

ランダムフォレスト法による分析では、標本から得た形質を使うか写真からも得られる形質のみを使うか、形態的に異質な特徴を持つ一部の個体群を分析に含めるかどうか、分析の単位を北部と中南部の 2 グループとするかもっと細かい地域個体群とするか等、分析の方法によって精度にばらつきがありましたが、およそ 80%~95%の精度で北部と中南部の個体群を判別することができました。とくに細かい地域個体群を単位とした分析では、地域個体群への判別精度は決して高くないものの（おおむね 15%~55%程度）、北部の地域個体群が間違っって判別される先は別の北部の個体群、中南部の地域個体群が間違っって判別される先は中南部の別個体群である場合が多く、北部と中南部はそれぞれ形態的にまとまりがあることが示されました。

このように沖縄島北部および古宇利島の個体群とそれ以外の個体群は遺伝的にも形態的にも判別が可能であることから、これらは別種として扱うのが妥当だと考えられます。クロイトカゲモドキ *G. kuroiwae* は沖縄県名護市の山中から採集された標本に基づいて 1912 年に記載された種です。この場所は中南部の種の分布範囲であり、国立科学博物館に収蔵されているこの標本の形態も中南部の種とみなせるものでした。沖縄島北部および古宇利島の個体群にはこれまで種名がつけられていなかったため、本研究では沖縄島北部の国頭村から採集された標本に基づき *Goniurosaurus nebulozonatus* を新種記載しました（図 3）。種小名の *nebulozonatus* はラテン語の”nebula”（ぼやけた）と”zona”（バンド）を合成した語で、本種の胴体の背中側に輪郭が不明瞭な横帯が見られることに由来しています。また、本種の主な分布域である沖縄島北部地域が「やんばる」と呼ばれることにちなみ、著者らは本種に対してヤンバルトカゲモドキという和名を提唱しました。クロイトカゲモドキは胴体の中央部に背骨に沿ってオレンジ色やクリーム色の縦帯があり、縦帯と周辺の暗色の部分との境界がはっきりしていますが、ヤンバルトカゲモドキは胴体中央部にそのような縦帯が見られないことが多く、暗色部との境界がはっきりしない明色横帯や斑紋が背中にあることが特徴です（まったく模様がないこともあります）。

また、ヤンバルトカゲモドキの記載と同時に、これまでクロイトカゲモドキの亜種として扱われてきたマダラトカゲモドキ、クメトカゲモドキ、イヘヤトカゲモドキ、ケラマトカゲモドキについて、それぞれを独立した種として扱うべきであるという提言も行いました。

これは、遺伝的な分析の結果、4 亜種とクロイワトカゲモドキの間の遺伝的な違いの程度が今回別種として記載したヤンバルトカゲモドキとクロイワトカゲモドキの間の違いよりも大きく、進化的に離れた関係であることが示されたため、クロイワトカゲモドキの亜種とみなす理由がなくなったことによります。

#### <<今後の課題や展望>>

本研究による沖縄島北部および古宇利島個体群の新種記載と亜種分類の見直しによって琉球列島によるトカゲモドキ類の分類学的整理は大きく進展したと考えていますが、一部の地域個体群は非常に特徴的な外部形態を持つことがわかっているので、今後はそのような個体群をどのように分類体系に位置づけるかを検討していく必要があります。また、クロイワトカゲモドキとヤンバルトカゲモドキが交雑個体群を生じながらも一つの島内で共存しているメカニズムは進化的にたいへん興味深く、さらなる研究の発展が期待されます。

本研究の社会的側面として、日本産トカゲモドキ類の保全への影響が挙げられます。クロイワトカゲモドキは生息環境の悪化・消失、外来の捕食者、違法捕獲等が原因で分布域の縮小や個体数の減少が生じていると考えられており、国際自然保護連合、国、沖縄県のレッドリストで絶滅危惧種に位置付けられてきました。これまでクロイワトカゲモドキ 1 種とされていたものにクロイワトカゲモドキとヤンバルトカゲモドキの 2 種が含まれていることが明らかになったいま、各種の分布域と個体数は必然的にこれまで考えられていたよりも小さいため、それを踏まえた絶滅のリスクの再評価を行うことが必要です。とくに、クロイワトカゲモドキについては主な生息地である沖縄島中南部が開発の影響を強く受けており、良好な森林環境が残る沖縄島北部のやんばるが生息地に含まれないことが明らかになったことから、絶滅のリスクもこれまでの評価より高いことが想定されます。新たな分類体系に基づいたトカゲモドキ類の生活史・生態に関する知見のさらなる蓄積が今後の課題です。

なお、沖縄島と近隣4島に生息するクロイワトカゲモドキは平成 27 年から種の保存法で個体等の取扱が規制されており、今回ヤンバルトカゲモドキとして分割・記載された沖縄島北部と古宇利島の個体群もクロイワトカゲモドキの指定時に規制対象に含まれています。したがって、ヤンバルトカゲモドキも引き続き種の保存法の規制対象となり、捕獲等および譲渡し等が禁止されています。

<<発表雑誌>>

掲載誌：Current Herpetology, 43(1), 86–114

論文タイトル：Genetic and morphological studies on *Goniurosaurus kuroiwae*  
(Squamata: Eublepharidae), with a description of a new species from  
the northern part of Okinawajima Island, Ryukyu Archipelago,  
Japan

著者：Takaki Kurita, Mamoru Toda

URL：[https://www.jstage.jst.go.jp/article/hsj/43/1/43\\_23-008/article-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/hsj/43/1/43_23-008/article-char/ja)

DOI：<https://doi.org/10.5358/hsj.43.86>

<<関連する事業・研究課題>>

本成果は、以下の事業・研究課題によって実施しました。

環境研究総合推進費

研究課題名：「両生爬虫類をモデルとした希少種選定の基礎資料整備と保全対象種の簡易同定法の確立およびそれらのワークフローの提案」  
(JPMEERF20204002)

日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 C

研究課題名：「個体群相互関係を考慮した琉球列島産クロイワトカゲモドキの遺伝的多様性の解明と保全」(22510244)

研究課題名：「島嶼平衡モデルに基づく中琉球産爬虫両生類の洋上分散能力の推定」  
(22570094)

プロ・ナトゥーラ・ファンド助成 特定テーマ助成

研究課題名：「琉球列島の小島嶼域におけるトカゲモドキ個体群の健全性評価に関する研究」

公益信託増進会自然環境保全研究活動助成基金

研究課題名：「クロイワトカゲモドキ沖縄島亜種の分類学的研究」

研究課題名：「慶良間諸島におけるケラマトカゲモドキの生息状況調査」

<<お問い合わせ先>>

千葉県立中央博物館 研究員 栗田 隆気

〒260-8682 千葉県千葉市中央区青葉町 955-2

TEL: 043-265-3111

E-mail: kurita@chiba-muse.or.jp

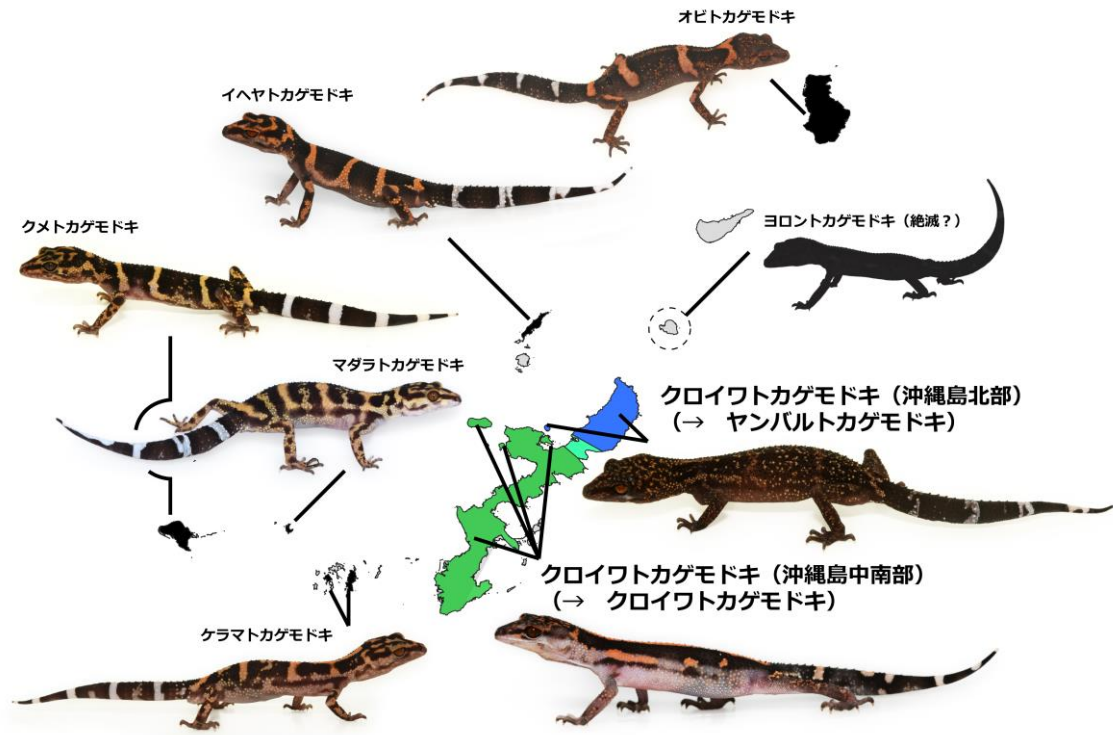


図1. 日本では鹿児島県徳之島と沖縄県の沖縄諸島にトカゲモドキ類が生息しています。青と緑で塗られた範囲はそれぞれクロイワトカゲモドキの沖縄島北部のグループ（本研究で新種記載されたヤンバルトカゲモドキ）と沖縄島中南部のグループ（真のクロイワトカゲモドキ）の分布を、水色で塗られた範囲はこれらの交雑によって形成された個体群が分布する場所を示しています。黒で塗られた島はその他のトカゲモドキ類が生息する島、灰色で塗られた島は現在トカゲモドキ類の生息が確認されていない島を示しています。

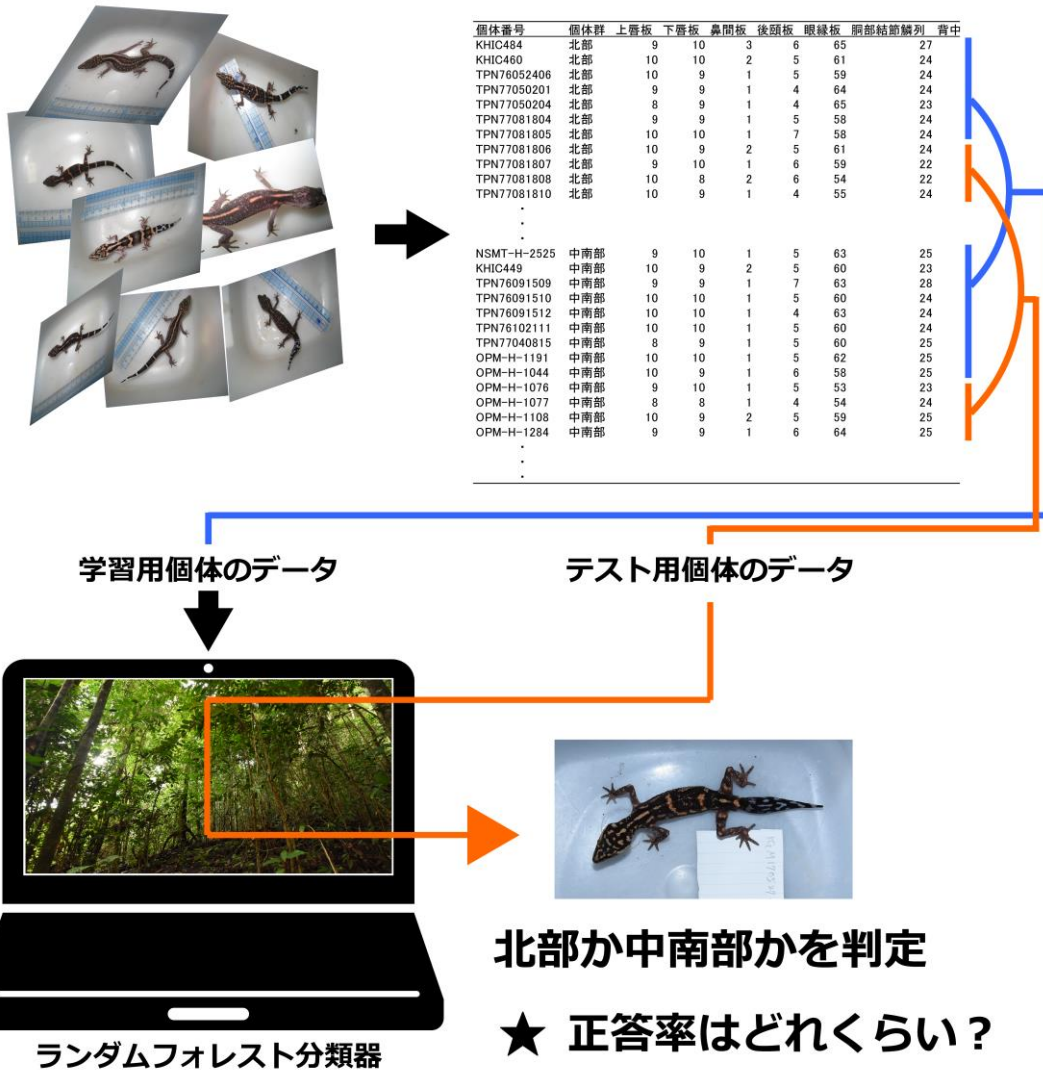


図2. ランダムフォレスト法による分析では、まず標本や画像から得られた形態データを産地情報付きでまとめ、北部と中南部それぞれの標本・画像からランダムに学習用個体のデータとテスト用個体のデータを選択します。次に、学習用個体のデータだけを使って、北部と中南部を判別するためのランダムフォレスト分類器を作成します。最後に分類器によってテスト用個体の産地（北部または中南部）を推定し、実際の産地情報と照合して、分類器による判別の正答率を求めました。北部と中南部の個体群が形態的に異なっていれば分類器による正答率は高くなり、そうでなければ低くなると考えられます。





図 3. 沖縄島北部で撮影したヤンバルトカゲモドキ *Goniurosaurus nebulozonatus* です。夜間に地表で活動し、ミミズ、クモ、ムカデ、バッタ、ゴキブリ、チョウの幼虫などを主に捕食しています（詳しくは以下のページをご覧ください）。

「糞から調べる絶滅危惧種のトカゲの食べ物」（当館ウェブサイト上の pdf が開きます）

[https://www.chiba-muse.or.jp/NATURAL/files/1520877629906/simple/20220906\\_kurita.pdf](https://www.chiba-muse.or.jp/NATURAL/files/1520877629906/simple/20220906_kurita.pdf)