

## ヨーロッパとアジアのキクガシラコウモリは別種であることを 頭骨のかたちの違いから解明

### 概要

日本からヨーロッパにまで渡る、他の哺乳類に比べてはるかに広い分布をもつキクガシラコウモリは、各地の洞窟で最も一般的に見られ、コウモリに関する多様な研究の対象動物として用いられています。近年の研究により、日本を含む東アジアの集団とヨーロッパの集団が遺伝的に大きくかけ離れていることが示されましたが、形態的な違いは明らかにされていません。

京都大学大学院理学研究科 池田悠吾 博士課程学生、京都大学総合博物館 本川雅治 教授らのグループは、韓国、中国、ハンガリーの研究者との国際共同研究により、本種の東アジア集団とヨーロッパ集団の間に、量的・質的に異なる複数の頭骨の違いを発見しました。これにより、東アジア集団はヨーロッパ集団とは別種のニホンキクガシラコウモリであることが、形態学的な観点から初めて示されました。本研究成果は、各地に分布するコウモリの分布形成の歴史と、それによって生み出された形態がもつ機能や適応を解明する上で重要な知見を提供するものです。

本研究成果は、2020年8月28日にドイツの国際学術誌「Zoologischer Anzeiger」にオンライン掲載されました。



図：キクガシラコウモリ（左）とその頭骨（右）

## 1. 背景

翼手目キクガシラコウモリ科キクガシラコウモリ属に属するキクガシラコウモリ (*Rhinolophus ferrumequinum*) は、北海道からトカラ列島の中之島までの日本全土に広く分布しており、洞窟や廃坑、防空壕、隧道、廃墟などで最も一般的に見られるコウモリです。日本国外では、朝鮮半島と中国南西部～北東部を含む東アジアから、インド北部、西アジア、バルカン半島、イギリスを含む東西ヨーロッパ、そしてアフリカ北部にかけて分布しています (参考図表上図)。このようにキクガシラコウモリは、コウモリ類の中で最も広い分布を持つと考えられる種の1つです。キクガシラコウモリのような“広域分布種”は、鳥類やトンボ類などの“飛翔性”を獲得した動物に多く見られます。コウモリ類は鳥類とともに、自力で羽ばたいて飛翔することができる脊椎動物です。そのため、陸上を駆け回る他の哺乳類と比べると、遥かに優れた移動能力を有し、河川や山系などの移動障壁の影響を受けにくいと言えます。そんな広域分布種であるキクガシラコウモリが、どのように分布を拡大・維持しており、そのためにどのような形態的進化を成し遂げてきたかという分布形成のメカニズムを解明することは、飛翔性の獲得が動物の分布域拡大にどのように寄与するか理解する上で重要です。

近年のミトコンドリア DNA を用いた分子系統解析により、キクガシラコウモリ種群における“遺伝子の違い”が解明され、ヨーロッパ集団と東アジア集団の間には特に大きな隔りがあることが示されました。一方で、体重や体長などの“かたちの違い”については、両集団間における明確な違いは見つかっていません。頭骨を含むその他の形態変異研究は、小さな限られた地域に生息する集団を対象に行われてきましたが、東アジアからヨーロッパまでの分布全域を対象とした研究は行われていませんでした。あらゆる形態の中で、頭骨は見る・聴く・食べるといった、生存する上で重要な機能が集約している重要な器官です。特にコウモリにおいては「超音波の発声と受容」という、認知にまつわる機能を担っています。そのため、生息する環境の違いやこれまでの進化の変遷を顕著に反映している形態として、その地理的な変異に注目しました。

## 2. 研究手法・成果

本研究は、キクガシラコウモリ種群の頭骨形態の地理的変異を解明することで、“遺伝子の違い”から示唆されている2種の間のかたちの違い、すなわち東アジア集団とヨーロッパ集団の間の形態的な違いを解明し、その機能や適応的意義を探ることができないのではないかと考えました。東アジアからヨーロッパにかけて採集された計230個体の頭骨標本を用いて、頭骨形態の地理的変異を詳細に解析しました。デジタルノギスを用いて頭骨の実長を図る距離測定法と、頭骨標本の画像データに打った標識点の標本間推移を解析する幾何学的形態測定法、標本写真をひとつずつ観察し形質状態を定義することでグループ分けをする写真判別の3つの手法を用いて行いました。これら3つの手法を併用することで、頭骨の形態変異をあらゆる角度から量的・質的に評価しました。

その結果、キクガシラコウモリ種群において、東アジア集団とヨーロッパ集団との間には、別種に相当するいくつもの量的・質的な形態的な違いが発見されました。主なものは以下の通りです (a~cは参考図表下図で示した頭骨の部位を示します)。

ニホンキクガシラコウモリ (東アジア集団: *Rhinolophus nippon*) はキクガシラコウモリ (ヨーロッパ集団) に比べて

- a. 頬骨幅と乳様突起幅の差が小さい
- b. 上顎関節窩近位部が鼓胞の吻側端点より近位に位置する
- c. 口蓋骨の吻側端点为上顎第一大臼歯のメタコーンを繋いだ線よりも遠位に位置する

また、ニホンキクガシラコウモリにおけるキクガシラコウモリとの形態差の次に顕著な変異として、日本を

含む大陸から分断された島に生息する集団は、島とその集団の形成史に基づいた、大陸のものとは異なる形状の頭骨を獲得したことが示唆されました。これらの違いは、食性や超音波の発声・受容といった機能と関連する形態で多くみられており、異なる環境への適応を反映していると考えられます。

### 3. 波及効果、今後の予定

昨今の系統分類学の分野では、遺伝子を用いた分子系統学的研究が先行し、形態的な違いに基づいた分類学的研究は減少傾向にあります。その主たる原因として、(1) 遺伝子情報は塩基配列として蓄積され、先行研究で用いられた既存データを後発の研究が利用することができるリポジトリが構築されているが、形態学の分野ではそのようなメソッドが確立できていないことや、(2) 形態測定値などのデータは研究者により誤差が生じるため、定量的な論文間比較が困難であることが考えられます。本研究で確立した包括的な形態比較手法により、キクガシラコウモリのような広域分布種では困難とされてきた、分子・形態双方から支持された分類体系の構築が進むことが期待されます。また、形態を量的・質的に分析することで、遺伝子からは知ることのできない、“違い”が実際にもたらす影響、すなわち地理的変異や分化によって生じる機能の違いや適応的意義を知ることができると考えられます。

### 3. 研究プロジェクトについて

助成金

- ・ 日本学術振興会 (JSPS) 研究拠点形成事業
- ・ JSPS 科学研究費助成事業

共同研究者所属機関

京都大学、東北師範大学 (中国)、済州大学 (韓国)、ハンガリー自然史博物館 (ハンガリー)

#### <研究者のコメント>

本研究で対象としたコウモリのように、世界中に分布する動物を対象に研究を行うには、私たち自身も国境を越えて研究を展開する必要があります。海外へ自ら赴き交流することで、強固な共同研究体制を構築することができました。あらゆる分野で研究のグローバル化が進む昨今ですが、国境という概念を持たない生き物を見習って、これからも国際的な舞台上で積極的に研究していきたいと考えています。

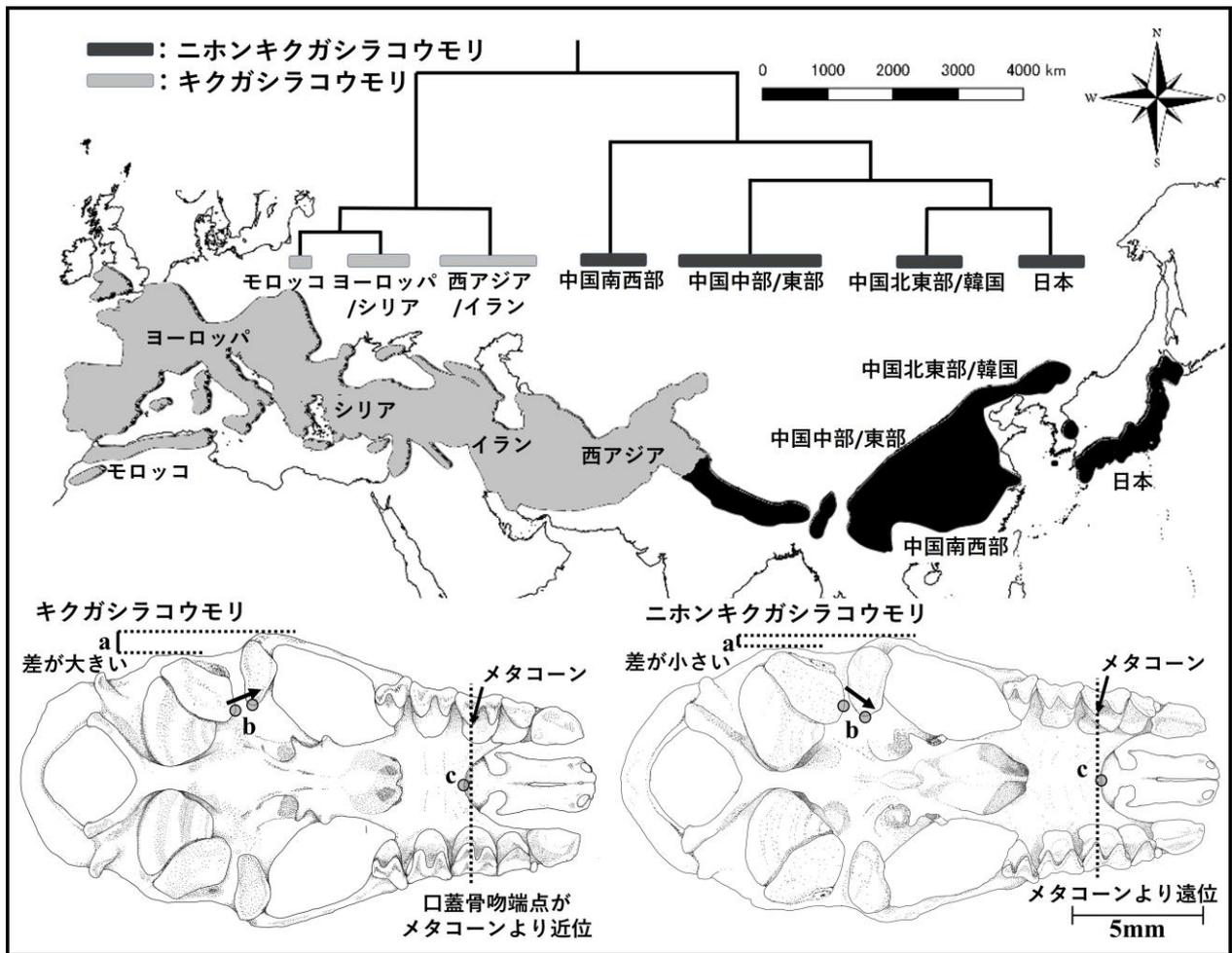
#### <論文タイトルと著者>

タイトル : Geographic variations of skull morphology in the *Rhinolophus ferrumequinum* species complex (Mammalia: Chiroptera) (キクガシラコウモリ種群における頭蓋骨形態の地理的変異)

著者 : 池田悠吾、Tinglei Jiang、Hongshik Oh、Gábor Csorba、本川雅治

掲載誌 : Zoologischer Anzeiger DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2020.08.004>

< 参考図表 >



上図：キクガシラコウモリとニホンキクガシラコウモリの分布 (Flanders et al. 2009; Liu et al. 2016 を一部  
 改変)。左下図：ヨーロッパ産キクガシラコウモリの頭骨腹面図。右下図：東アジア産ニホンキクガシラコウ  
 モリの頭骨腹面図。