

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24570107

研究課題名(和文)非学習形質であるフクロウ類の鳴き声の地理的分布は遺伝構造を反映するか？

研究課題名(英文) Does a geographic distribution of an unlearning trait, hoot call correspond to each genetic structure in owl species?

研究代表者

高木 昌興 (Masaoki, Takagi)

大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：70311917

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：南西諸島のリュウキュウコノハズクはケラマ海裂を挟み、分岐から約150万年を経過した北系統と南系統に区分されることを明らかにした。沖縄島の西側の小島嶼はケラマ海裂の北側に位置するが、個体の形態と声紋は南系統の特徴を示し、遺伝的にも支持された。沖縄島では北系統が優占していたが、少数の南系統も生息し、異系統間のつがいが確認され、浸透交雑が起っていることがわかった。ケラマ海裂は地史的経過でリュウキュウコノハズクの祖先種を分断し、種レベルの変異を蓄積させ異所性の二系統を作った。その後、沖縄周辺の小島嶼には生態学的時間スケールで移入が生じ、二系統が二次的に同所棲になり、交雑が生じ始めたと推察された。

研究成果の概要(英文)：The study aimed to assess whether there are variation in the external morphological traits, acoustic features and genetic structure of Ryukyu Scops Owls among major groups of islands and across a large area comprising a biogeographical barrier (the Kerama Gap). All the three aspects was clearly divided into two groups, north and south of the Kerama Gap. The gap acted as a biogeographical barrier and contributed to the differentiation between the two major island-groups years. It is likely that this differences developed during the fragmentation of a widespread ancestral population by vicariant isolating events in 1.5 million. It was also detected that populations on the small islands and Okinawa Island north of the Kerama Gap contradicts this concept of the barrier. The data imply that individuals south of the Kerama Gap have established populations north of the barrier in an ecological time scale. Introgressions has been secondly occurred on Okinawa Island.

研究分野：動物生態学

キーワード：分断分布 分散 地史的時間スケール 生態学的時間スケール 浸透交雑 二次的接触 南西諸島 リュウキュウコノハズク

1. 研究開始当初の背景

鳥のさえずりは生物地理学研究のための形質として利用されている。このような研究は学習によりさえずりを獲得する鳴禽類を材料にしている。具体的には、さえずりを声紋で表現し、シラブルの形状や組み合わせの相違などにより類型化する。それぞれの類型は学習によって形成されるとの観点から文化的な背景を持つものと考え、方言と表現される。一方、方言を個体群間の遺伝的な相違に帰することは妥当ではないと示唆する報告が出され、方言と遺伝構造は対応関係にないことが実際に示された。鳴禽類における遺伝的構造は、文化的な伝播よりも弱いと考えられ、遺伝子流動は文化(方言)と遺伝子進化を乖離させる。一方、鳴き声が学習によって形成されない種、すなわち亜鳴禽類や非スズメ目の鳥類において識別可能な進化的な単位として特に有用であることが示唆されている。しかし、依然として実証例はない。フクロウ類の発声は学習に因らず、その鳴き声は内生的な形質と考えられている。もしフクロウ類の鳴き声の音響学的な形質に地理的な変異があれば、その区分はそれぞれの個体の遺伝的帰属を表現している可能性がある。しかし、フクロウ類の鳴き声にはほとんど地理変異がないという固定観念があり、実際のところ相対的に単純なシラブル構造に個体群間の相違を見いだすことは困難と考えられている。そのため、フクロウ類の鳴き声の地理変異に関する研究例は非常に少ない(モリフクロウ、リュウキュウコノハズク)。私は、リュウキュウコノハズクが生息するほぼすべての島嶼、琉球列島 20 島、および南大東島、台湾の蘭嶼島からリュウキュウコノハズクの 718 個体の鳴き声を収集し声紋分析を行った。その結果、沖縄島南部のケラマ海裂の南北で声紋に大きな差異を検出した。さらに海洋島に隔離されていると考えられる南大東島の個体群は明瞭に異なる特徴を獲得していた。この研究は変異がほとんどないと考えられているフクロウ類にも明瞭な地理変異があることを明示した初めての研究であり、この地理変異は氷河性海水準変動による分断の影響が、卓越した移動能力を持つ鳥類にも形質の違いを残す例として貴重な発見となった。この研究に伴う野外調査で小面積の島では繁殖つがい数が 10 つがい程度以下と少ないことが判明した。閉じた個体群として維持されることは難しく、近隣の大面積の島が個体の供給源になっていると推察される。そこで、鳴き声から小個体群の帰属を推定した。小面積の島から得られたリュウキュウコノハズクの鳴き声が、どの大面積の島に分類されるか、判別分析を用いて解析した。その結果、右図縦軸の濃い灰色部分が示すケラマ海裂よりも南側の小島嶼から得られた鳴き声は、少数の例外を除きケラマ海裂の南側の大面積の島々に帰属した。予想通りの結果である。一方、薄灰色のケラマ海裂の北側の

島々にも同様の結果を期待した。奄美大島南部の小島嶼(加計路間島、請島、与路島)からの鳴き声は、奄美大島に帰属する傾向が認められた。しかし、沖縄島の西側にある小島嶼(伊平屋、伊是名、座間味、阿嘉、久米島)からの鳴き声は、予想に反し、沖縄島に帰属せず大半がケラマ海裂の南側の石垣島や宮古島に帰属した。ケラマ海裂の北側の個体群には、南側の個体群が入れ子状になっていることが判明した。この入れ子構造の検出が本申請課題を着想させた。

2. 研究の目的

リュウキュウコノハズクの鳴き声には、ケラマ海裂の南北で明瞭な違いがある。そこで遺伝的にもケラマ海裂の南北に違いがあるか確認する。遺伝解析には、ミトコンドリア、核、マイクロサテライトの各 DNA を用いる。さらに個体レベルで遺伝的特徴と鳴き声の特徴の関係を明らかにする。ケラマ海裂の北側に位置する沖縄島周辺の小島嶼には、ケラマ海裂の南側にルーツを持つ個体が生息していると予測される。これらの島々の個体群は解析に格好のデータを提供する。

3. 研究の方法

南西諸島ケラマ海裂の南北それぞれに由来する双方の個体が同所的に生息すると考えられる島、および南北の主要島嶼において捕獲を行う。捕獲後、個体識別足輪の装着、体各部の計測、採血を行う。捕獲標識した個体の鳴き声を録音する。対象個体に同地域、他地域で録音した同種他個体の鳴き声を聞かせ、反応の強さを測る実験を行う。鳴き声の声紋分析、および外部形態計測値の比較を行う。音声および形態計測の解析は大阪市立大学において行う。DNA 解析は主に山階鳥類研究所にて行う。血液から DNA の抽出、ミトコンドリア、核、マイクロサテライトの各 DNA の解析を行う。声紋、および形態と遺伝解析の結果を比較し、声紋および形態と遺伝構造(各ハプロタイプ、遺伝子頻度)に対応関係があるか判定する。

4. 研究成果

2012-14 年 5-7 月のリュウキュウコノハズクの繁殖期に、北琉球(中之島)、中琉球(奄美大島、徳之島、伊平屋島、伊是名島、沖縄島、座間味島、久米島)、南琉球(宮古島、石垣島、西表島、与那国島、波照間島)および南大東島で、捕獲計測・採血、鳴き声の録音調査を行なった。形態計測値と声紋解析の結果、北・中琉球は区分できなかった。図 1 に示すように、南大東島個体群は完全に独立し、南と中琉球の大島嶼である奄美大島、徳之島、沖縄島と南琉球の島々とは少しの重なりで明瞭に区分された。中琉球の小島嶼である平屋島、伊是名島、座間味島、久米島は主に南琉球の個体の特徴を呈した。

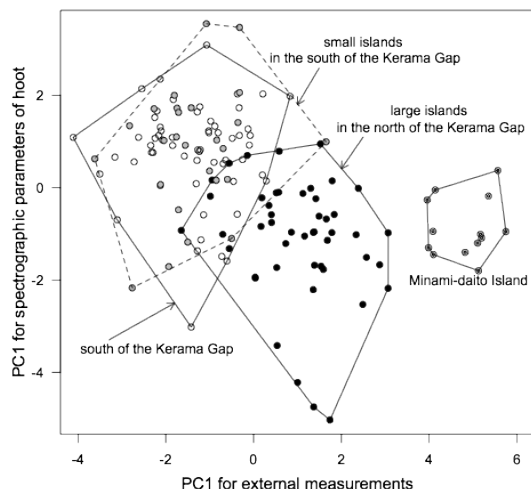
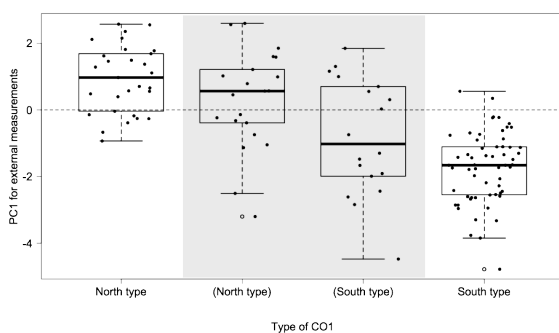


図 1

mtDNA-CO1 領域における北中と南琉球の遺伝距離は 3% で、種レベルの違いを示した。分岐から約 150 万年が経過していると計算された。中琉球に位置するにも関わらず、南琉球の形態、鳴き声を持った小島嶼の個体群は、CO1 領域のハプロタイプも南琉球のものであり、形態と鳴き声の特徴が遺伝的に裏付けられた。ケラマ海裂は地史的経路でリュウキュウコノハズクの祖先種を分断し、種レベルの変異を蓄積させ異所性の二系統を作ったと考えられる。その後、沖縄周辺の小島嶼には生態学的時間スケールで移入が生じ、二系統が二次的に同所棲になったと推察される。

沖縄島では北系統が優占していたが、少数の南系統も生息し、異系統間のつがいを確認された。CO1 の区分に従い、形態計測値を比較したものが図 2 である。沖縄島の個体の形



質は北系統の CO1 を持つ個体、南系統の CO1 を持つ個体は、それぞれ形態計測値もそれぞれの帰属に近い値を示した。しかし沖縄島の個体群としては中間的な値を示した。

図 2

分岐から約 150 万年の歴史を持つ二つの個体群が存在していることから、沖縄島ではこれら間で交雑が起っているために中間的な形質の個体が現れたものと推察された。異なるハプロタイプ間でのつがいを確認された。

上述の研究に加え、福岡県宗像市沖ノ島に

おいて 40 年ほど前方生息が知られ、種が確定していない不明フクロウの鳴き声を録音し、捕獲、採血を行なった。鳴き声、外部形態共にリュウキュウコノハズクと同定され、DNA バーコーディングにより遺伝的にも確かめられた。この解析の結果、リュウキュウコノハズクの分布の北限が中之島から約 450km 北上することとなった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Takagi M, Saitoh T, Yamaguchi N, Okabe H, Nishiimi I, Takeishi M (2015) A breeding record of the Ryukyu Scops Owl on Okinoshima, in northernmost Fukuoka, Japan. *Ornithological Science*, 査読有, Vol. 14, 2013, pp. 53-59, <http://dx.doi.org/10.2326/osj.14.53>

Takagi M (2013) A typological analysis of hoots of the Ryukyu Scops Owl *Otus elegans* across island populations in the Ryukyu Archipelago and the two oceanic islands. *Wilson Journal of Ornithology*, 査読有, Vol. 125, 2013, pp 358-369, <http://dx.doi.org/10.1676/12-133.1>

〔学会発表〕(計 9 件)

高木昌興・齋藤武馬, 交雑帯から鳥類の生態的種分化を考える日本生態学会, 2015 年 3 月 22 日, 鹿児島大学 (鹿児島県, 鹿児島市)

岩崎哲也・中西啄実・高木昌興, 長期モニタリングからみたダイトウコノハズクの繁殖成績の年変動日本生態学会 2015 年 3 月 22 日, 鹿児島大学 (鹿児島県, 鹿児島市)

Masaoki Takagi, A typological analysis of the hoot of the Ryukyu Scops Owl across island populations in the Ryukyu Archipelago and two oceanic islands, International Ornithological Congress, 2014.8.18-24, Tokyo (Japan)

Tetsuya Iwasaki, Takumi Nakanishi, **Masaoki Takagi**, Body size differences in a brood of nestlings of Daito Scops Owl is related to the diversity of provisioned food, International Ornithological Congress, 2014.8.18-24, Tokyo (Japan)

Takumi Nakanishi, Kana Nakaoka, Tetsuya Iwasaki, **Masaoki Takagi**, Can female Daito Scops Owls distinguish hoot-calls of their socially paired males from strangers?, International Ornithological Congress, 2014.8.18-24, Tokyo (Japan)

高木昌興・齋藤武馬, 鳥類の分布に与えるケラマギャップの地史のおよび生態学的時間スケールでの意義, 日本生態学会, 2014

年3月18日,広島国際会議場(広島県,広島市)

井上千歳・中岡香奈・**高木昌興**,南大東島におけるリュウキュウコノハズクの雄は隣接個体と未知個体の鳴き声を聴き分けられるか?日本鳥学会,2013年9月14日,名城大学(愛知県,名古屋市)

中西啄実・中岡香奈・岩崎哲也・**高木昌興**ダイトウコノハズクの雌はつがい雄の鳴き声を聞き分ける.日本鳥学会,2013年9月14日,名城大学(愛知県,名古屋市)

中岡香奈・井上千歳・堀江明香・**高木昌興**,ダイトウコノハズクの発声行動に影響をおよぼす環境要因,日本鳥学会,2012年9月17日,東京大学(東京都,文京区)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高木 昌興 (TAKAGI, Masaoki)
大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授
研究者番号: 70311917

(2) 研究分担者

齋藤 武馬 (SAITOH, Takema)
公益財団法人山階鳥類研究所・自然誌研究室・研究員
研究者番号: 40521761