

# 東邦大学学術リポジトリ

Toho University Academic Repository

|           |   |
|-----------|---|
| タイトル      | How bats got their novel epithelial membranes, noseleaves and wing patagia  |
| 作成者（著者）   | 臼井, 郁   |
| 公開者       | 東邦大学  |
| 発行日       | 2023.03.14  |
| 掲載情報      | 東邦大学大学院理学研究科 博士論文 内容の要旨及び審査結果の要旨.   |
| 資料種別      | 学位論文  |
| 内容記述      | 主査: 長谷川雅美   |
| 著者版フラグ    | none  |
| 報告番号      | 32661甲第1076号  |
| 学位記番号     | 甲第169号  |
| 学位授与年月日   | 2023.03.14  |
| 学位授与機関    | 東邦大学  |
| メタデータのURL | <a href="https://mylibrary.toho u.ac.jp/webopac/TD28212228">https://mylibrary.toho u.ac.jp/webopac/TD28212228</a> |

論文審査の要旨及び審査結果の要旨

|   |   |         |
|---|---|---------|
| 2019年入学   | 研究分野 生物学  | 氏名 臼井 郁 |
| 審査委員  | (主査) 東邦大学大学院理学研究科 教授 長谷川雅美<br>(副査) 東邦大学大学院理学研究科 准教授 井上英治<br>(副査) 東邦大学大学院理学研究科 准教授 土岐田昌和<br>(副査) |         |
| (論文題目)<br>How bats got their novel epithelial membranes, noseleaves and wing patagia  |   |         |
| (論文審査の要旨及び審査結果の要旨)<br>哺乳類はその形態を多様に進化させることで陸・海・空の様々な環境に適応した。中でもコウモリ目(コウモリ類)は暗闇の中を飛翔し獲物を捕らえるという独創的な生態的地位を獲得した系統である。コウモリ類の化石記録は少なく、飛翔能力を生み出す翼やぶら下がることに特化した後肢など、彼らのユニークな形態形質がいかにして獲得されたのかは謎に包まれている。臼井郁氏はコウモリの翼を構成する上皮性膜“飛膜”とコウモリの顔面に作られる上皮性膜“鼻葉”の類似性に着目し、“コウモリの体表に作られる上皮性膜は共通の遺伝基盤によってもたらされた”という仮説を立て、それを検証した。鼻葉はコウモリの音によって周囲を感知する音響定位システム、エコーロケーションにおいて機能を果たす器官である。しかし、その形態形成について調べた研究は皆無であった。本研究ではまず、第一章と第二章にてコウモリの鼻葉の形態形成について詳細な調査を行った。そして、第三章にて顔面の鼻葉と体幹部の飛膜の形成に関与する遺伝子群を比較し、両者における共通性と相違性を評価した。コウモリに飛翔能力をもたらした翼の獲得進化が、コウモリ類の繁栄に大きく寄与したことは想像に難くない。しかし、その獲得機構についての研究は2016年以降進展がなかった。本研究は鼻葉との類似性に着目することで、コウモリの翼の進化研究にブレイクスルーを起こそうとする試みである。<br>本研究では、鼻葉をもつキクガシラコウモリ ( <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> ) と鼻葉をもたないユビナガコウモリ ( <i>Miniopterus fuliginosus</i> ) およびエジプトルーセットオオコウモリ ( <i>Rousettus aegyptiacus</i> )、以上3種の胚を材料に、以下3つの章からなる解析を実施した。<br>第一章では、まず、鼻葉をもつキクガシラコウモリの一連の発生段階の胚の外部形態を詳細に観察し、本種の正常発生段階表を作成した。これにより、今後の発生学的研究の基盤を構築した。次いで、キクガシラコウモリとユビナガコウモリの鼻葉形成期における頭部組織の形態を比較した。結果として、鼻葉 |   |         |

は、1) 顔面隆起形成において鼻孔前部の組織が前側へ拡大し、2) その表面から上皮組織が膨出・伸長する、という二段階のプロセスを経て形成されることが明らかとなった。

第二章では、鼻葉の内部組織についてより包括的な形態観察を行うために、組織切片から顔面内部組織の三次元(3D)モデルを復元し、形態の立体的な比較を行った。3Dモデルを観察した結果、鼻葉をもたないコウモリでは表情筋の一つである *M. maxillolabialis* の停止部位が洞毛の基部であったのに対し、キクガシラコウモリでは本筋の停止部位が洞毛の基部から鼻葉内部へと変化していることが明らかになった。このことは、キクガシラコウモリでは *M. maxillolabialis* が鼻葉を動かすために特殊化していることを示唆する。また、3種のコウモリの顔面内部における細胞分裂活性を調査したところ、3種間でまだ顔面形態に違いがない発生段階の胚において、キクガシラコウモリでのみ細胞分裂が有意に増加していることが明らかとなった。第一章で報告したキクガシラコウモリの鼻葉形成の第一段階である顔面組織の拡大は、組織内部の細胞の分裂活性化によってもたらされる可能性が示唆された。

第三章では、RNA-seq 解析によって鼻葉形成への関与が疑われる遺伝子を探索した。結果として、鼻葉形成に関与すると思われる 5,545 個の遺伝子が明らかとなった。さらに、先行研究で得られたナタルユビナガコウモリ (*M. natalensis*) の前肢と後肢のトランスクリプトームデータを利用し、膜構造が形成される組織で共通して発現が変動している遺伝子をリスト化した。これにより、コウモリの体表に膜を作る可能性がある 33 個の遺伝子を特定した。以上の解析によって、コウモリの飛膜形成への関与が示唆される *Meis2* や、過剰発現により哺乳類の体表に腫瘍形成を誘導する *Slit2* などの発現が共通して上昇していることが分かった。これにより、「コウモリの体表に作られる膜構造は共通の遺伝基盤によってもたらされた」という仮説の検証を続けるための足掛かりを得ることができた。

本研究は、野外での試料収集、解剖、組織観察、分子・細胞学的解析、バイオインフォマティクス解析といった様々な分野の技術を動員した複合的なアプローチから、これまで未解明であった鼻葉の形成機構について数々の新知見をもたらした。また、「コウモリは上皮性膜を作りやすい遺伝的特質をもつ」という仮説を検証することで本系統の進化史の一端を解き明かした。第一章および第二章の成果については、筆頭著者として論文にまとめ、国際学術誌で公表済みである。第三章については論文を準備中であり、不足しているデータを加えたのちに投稿する予定である。本章は形質の進化可能性の実態を捉えようとする内容であり、生物進化の本質に迫る研究成果となる可能性を秘めている。以上のような申請者の研究能力を高く評価し、審査委員は臼井郁氏が博士(理学)の学位を受けるのに十分な資格があることを認めた。