

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 7 日現在

機関番号：33501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12960

研究課題名(和文)「食料の運搬」から探る先史人類の琉球列島への移動と適応：イノシシ属のゲノム解析

研究課題名(英文) Investigation of prehistoric human movement and adaptation to the Ryukyu islands from the view point of food transportation: genome analysis of *Sus scrofa*

研究代表者

高橋 遼平 (Takahashi, Ryohei)

帝京科学大学・その他部局等・学芸員

研究者番号：40728052

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：琉球列島への先史人類の移動と適応を探るため、古くからヒトの食料として運搬されたイノシシとブタのDNA解析を行った。

野生イノシシである現生リュウキュウイノシシのDNA解析の結果、生息する全ての島の個体が遺伝的に近縁で、同一の母集団に由来する事が示された。さらに、リュウキュウイノシシの配列タイプの出現頻度が生息地域によって異なる事も判明し、集団内で地理的隔離が生じている可能性も示唆された。先史遺跡から出土したイノシシ属の古代DNA解析では、現生リュウキュウイノシシとは異なる遺伝的特徴を持つ個体が確認されており、先史時代の琉球列島へ外部からイノシシ・家畜ブタが運搬されていた様子が窺えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

琉球列島へヒトが「いつ、どこから、どのように」やって来たかについては不明瞭な点が多い。本研究はヒトの琉球列島への移動と適応を探るために「食料の運搬」に着目し、古くからヒトに運搬される事が多かったイノシシやブタのDNA解析を現生資料と遺跡出土資料について実施した。この結果、琉球列島の野生イノシシ(リュウキュウイノシシ)とは異なる遺伝的特徴を持つ個体が先史遺跡から検出された。解析結果は先史時代にヒトがイノシシやブタを琉球列島へ外部地域から運搬していた事を示すものであり、文献だけでは知り得ない人類史を探る新知見を得た。

研究成果の概要(英文)：To understand prehistoric human movement and adaptation to the Ryukyu islands, DNA analyses of *Sus scrofa*, often transported by human as a food resource, were carried out.

Phylogenetic studies of modern Ryukyu wild boar (RWB) samples from all present habitats show that all the individuals analyzed are genetically close to each other. This result suggests that modern RWB is derived from a single unique population. Furthermore, it was revealed that the frequency of sequence type of RWB varies by locality. This result implies that the genetic structure of RWB populations is considerably affected by their prolonged geographical isolation from each other. Ancient DNA analysis revealed that some *Sus* samples from prehistoric sites in the Ryukyu had different genetic characteristics from the modern RWB. In light of this result, it was suggested that *Sus* with different genetic background from modern RWB was introduced to the Ryukyu Islands during prehistoric times.

研究分野：動物考古学

キーワード：先史人類 琉球列島 移動と適応 DNA解析 リュウキュウイノシシ 家畜ブタ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ヒトは広範囲へ移動し様々な環境に適応した生物である。特に、周囲を海に囲まれ、大陸部より資源の乏しい「島」への移動と適応には多様な技術の工夫が必要であり、島の人類史はヒトの生存戦略を探るうえで重要である。本研究では琉球列島を対象に、現生および先史遺跡から出土したイノシシとブタ(以下イノシシ属)資料のDNA解析を行い、ヒトがイノシシ属を携えて移動・交流した様子を探った。

文献では、琉球列島への最古のイノシシ属の運搬は14世紀が最古である。しかし先行研究により、14世紀より古い先史時代にヒトがイノシシ属を運搬していた可能性が浮上した。しかし(1)琉球列島の現生資料および遺跡出土資料の解析事例数が少ないため、その実態は不明瞭であった。また(2)周辺諸地域での解析事例も少なく、運搬の起源地域や経路、その時期については明らかにされていなかった。

2. 研究の目的

先史人類が琉球列島を移動した時期や経路を探り、ヒトの島への適応を考察する事が目的である。現生・遺跡出土のイノシシ属から抽出したDNAの解析を通じ、どの時代・地域のイノシシ属の遺伝的特徴が共通するか確認する。解析結果に遺物の情報などの様々な分野の知見を合わせることで、先史人類の移動や適応を探る。具体的には以下の3点を行った。

(1) 琉球列島の野生イノシシ集団の来歴の検討：現生リュウキュウイノシシのDNA解析

(2) 先史時代の琉球列島でのイノシシ属運搬の検証：琉球列島の遺跡出土資料のDNA解析

(3) 運搬時期や経路の検証：琉球列島の周辺諸地域の遺跡出土資料のDNA解析

3. 研究の方法

(1) 現生リュウキュウイノシシのDNA解析

野外調査と国内研究機関でのサンプリングによりリュウキュウイノシシの骨・肉片試料を採集した。ミトコンドリア(mt)DNAと核DNAを対象に集団が持つ遺伝的特徴を確認した。

(2) 琉球列島の遺跡出土資料のDNA解析

野外調査と国内研究機関でのサンプリングにより、琉球列島の先史遺跡から出土したイノシシ属の骨を採集した。骨からDNAを抽出し、主にmtDNAを対象にDNA解析を行った。解析結果に上述(1)の結果を合わせることで、野生イノシシとは考えられない(=ヒトの外部導入による可能性のある)個体が存在するか確認した。

(3) 周辺諸地域の資料の解析

国内外の研究機関で採集した遺跡出土資料をDNA解析し、イノシシ属の運搬経路の検証を試みた。

4. 研究成果

(1) 現生リュウキュウイノシシのDNA解析

奄美大島・徳之島・沖縄島・石垣島で野外調査と研究機関でのサンプリングを行った。過去に採集したDNA試料と合わせることで、リュウキュウイノシシが生息する全ての島の個体の試料を揃えた。DNA解析の結果、現生リュウキュウイノシシは全ての島の個体が遺伝的に近く、同一の系統に由来すると考えられた。また、配列タイプの出現頻度が生息する地域によって異なる事も判明し、地理的隔離の影響が集団内で生じている様子が示された(図)。

また、徳之島では家畜ブタ由来の遺伝的特徴を持つ個体が検出され、家畜ブタから野生集団への遺伝子流入が生じている事も判明した。

(2) 琉球列島の遺跡出土資料のDNA解析

まず、ブタの存在が有力視される有史時代の遺跡(沖縄島、15-16世紀)で解析を行った。全22点のうち19点でPCR増幅や塩基配列決定に成功し、その大半が現生リュウキュウイノシシとは異なる特徴を持っていた。解析結果から有史時代に家畜ブタが沖縄島で利用されていた事がDNA解析で明らかにできたほか、家畜ブタが存在した場合に集団の遺伝的特徴がどのように変化するかも確認できた。

続いて奄美大島・徳之島・石垣島・宮古島の先史遺跡から出土したイノシシ属の骨のDNA解析を行った。大部分はDNAの保存状態が悪かったが、一部の資料でPCR増幅に成功した。これらの資料と過去に得た情報を利用した分子系統解析の結果、リュウキュウイノシシとは遺伝的に異なる系統の個体が複数検出された(図)。

(1)の成果や有史時代の資料の解析結果と照らし合わせると、別系統に属す個体は先史人類によるイノシシ属運搬に由来する可能性がある。また同位体分析の先行研究や考古学などの複数の知見を融合すると、運搬経路が複数あった可能性も考えられた。

(3) 周辺諸地域の資料の解析

ベトナムやミクロネシアの先史遺跡から出土した骨の DNA 解析や、過去に扱った資料の再解析を行った。解析を複数回繰り返したが保存状態が著しく悪く、多くの資料で DNA 情報を得る事ができなかった。一部の資料で断片的な遺伝情報を得る事ができたが、(1)や(2)で得た琉球列島の資料の DNA 情報との関連性は低く、琉球列島のヒトの移動を直接的に比較できなかった。

本研究では DNA 情報を得られなかった資料も多かった。しかし今後の技術向上により、抽出済みの DNA 溶液から必要な情報を再取得する手法が開発されることは間違いない。遺跡出土の骨に残存する DNA は出土後の骨の保管によっては急激に劣化する。本研究を通じて抽出した DNA 溶液はこの劣化の要因を避けて保管できるため、今後の再解析で有効に活用される事が約束される。

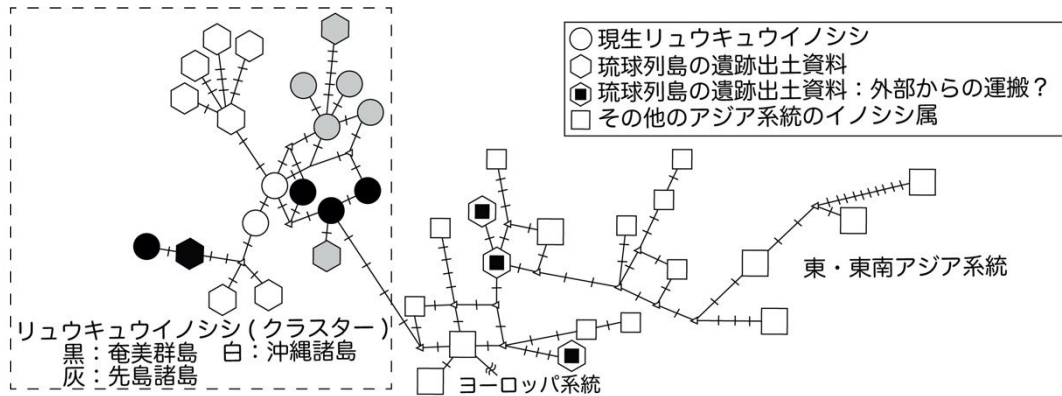


図. mtDNA D-loop 領域の Median-joining ネットワーク

現生リュウキュウイノシシはクラスターを作ることから、同一の母集団に由来すると判断された。奄美群島、沖縄諸島、先島諸島で生殖隔離による小集団化が起きている可能性が示された。琉球列島の先史遺跡で、外部からの運搬に由来すると考えられる個体を検出した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 高橋遼平	4. 巻 73
2. 論文標題 動物考古学における家畜の研究 DNA解析から探るブタの起源と拡散	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 畜産の研究	6. 最初と最後の頁 11-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ryohei Takahashi	4. 巻 6
2. 論文標題 Detection of Inobuta from wild boar population in Japan by genetic analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Reviews in Agricultural Sciences	6. 最初と最後の頁 61-71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.7831/ras.6.61	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Ryohei Takahashi, Ryoko Koibuchi, Fumiko Saeki, Yasuo Hagihara, Minoru Yoneda, Noboru Adachi, Takashi Nara	4. 巻 127
2. 論文標題 Mitochondrial DNA analysis of the human skeletons excavated from the Shomyoji shell midden site, Kanagawa, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anthropological Science	6. 最初と最後の頁 65-72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1537/ase.190307	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 高橋遼平	4. 巻 -
2. 論文標題 白保竿根田原洞穴遺跡出土イノシシ骨のDNA 分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 白保竿根田原洞穴遺跡 重要遺跡範囲確認調査報告書3 - 補遺編 - （沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書 第100 集）	6. 最初と最後の頁 79-86
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） http://doi.org/10.24484/sitereports.49465	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 本郷一美、高橋遼平	4. 巻 27
2. 論文標題 琉球列島への家畜ブタの導入	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BIOSTORY	6. 最初と最後の頁 16-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Adachi N, Kakuda T, Takahashi R, Kanzawa-Kiriyama H, Shinoda K	4. 巻 165
2. 論文標題 Ethnic derivation of the Ainu inferred from ancient mitochondrial DNA data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Physical Anthropology	6. 最初と最後の頁 139-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajpa.23338	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高橋遼平、石黒直隆	4. 巻 -
2. 論文標題 第2節 アラブ遺跡出土のイノシシ (Sus scrofa) 骨の古DNA解析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 アラブ遺跡調査研究 -沖縄県宮古島アラブ遺跡発掘調査報告書-	6. 最初と最後の頁 163-168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryohei Takahashi, Ryo Gushiken, Ken Nagata, Akito Shinzato, Sachi Sri Kantha, Mirai Yasuda	4. 巻 44
2. 論文標題 Genetic Structure of the Ryukyu Wild Boar Population on Tokunoshima Island (Japan) Based on Modern and Ancient DNA Analyses: Evidence of Recent Gene Flow from Pigs to Wild Boars	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 151-171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3106/ms2018-0046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 高橋遼平、安達登、鯉淵凌子、佐伯史子、米田穰、奈良貴史
2. 発表標題 神奈川県横浜市称名寺D貝塚第3地点出土人骨のミトコンドリアDNA解析
3. 学会等名 日本DNA多型学会 第27回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryohei Takahashi
2. 発表標題 Did late Pleistocene humans introduce <i>Sus scrofa</i> into the Ryukyu Islands?: DNA analyses of ancient and modern samples
3. 学会等名 13th International Conference of Archaeozoology (ICAZ 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Junmei Sawada, Masaki Eda, Hitomi Hongo, Takao Sato, Ryohei Takahashi, Takeji Toizumi, Minoru Yoneda, Taichi Hattori, Ryohei Sawaura, Eisuke Yamada
2. 発表標題 The hunting strategy in the Hoabinhian period of Northern Vietnam
3. 学会等名 13th International Conference of Archaeozoology (ICAZ 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Eda, Hitomi Hongo, Saiji Arai, Ryohei Takahashi, Yutaka Miyake
2. 発表標題 Avian resource exploitation in Neolithic Hasankeyf Hoyuk, Turkey: Bustards for feather and pheasants for meat
3. 学会等名 13th International Conference of Archaeozoology (ICAZ 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋遼平、安田未来、新里亮人
2. 発表標題 徳之島面縄貝塚出土イノシシのDNA解析-現生資料との比較から探る集団の成立-
3. 学会等名 日本動物考古学会 第6回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋遼平
2. 発表標題 アジア・太平洋地域の遺跡から出土したブタ骨のDNA解析：成功例や課題の紹介
3. 学会等名 SATREPSセミナー：アジア在来ブタの遺伝的多様性と遺伝資源としての可能性（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋遼平・覚張隆史・亀島慎吾・丸山真史
2. 発表標題 沖縄県中城御殿跡（首里高校内）から出土したイノシシ・ブタのDNA解析
3. 学会等名 日本動物考古学会 第7回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 高宮広土（編）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 南方新社	5. 総ページ数 187
3. 書名 奄美・沖縄諸島 先史学の最前線	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----