

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 28 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23770281

研究課題名(和文)ゴリラのコミュニティ構造の解明

研究課題名(英文)Genetic structure of the community of wild gorillas

研究代表者

井上 英治 (INOUE, Eiji)

京都大学・理学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：70527895

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、野生ゴリラの糞から抽出したDNAを分析し、おもに単雄集団を形成するゴリラで、複数の集団を含む地域集団(コミュニティ)のオスの遺伝構造を明らかにした。ニシローランドゴリラとヒガシローランドゴリラの分析の結果、未成熟個体の移籍の様式はそれぞれ異なるが、両亜種とも地域集団のオスは遺伝的に多様であることがわかった。この結果は、ゴリラのコミュニティが父系的でないことを示唆している。チンパンジーはオスが集団に残る父系的な社会であり、ゴリラとチンパンジーの地域集団のオスの遺伝構造は異なると思われる。

研究成果の概要(英文)：Male genetic structure of the community of gorillas, which normally live in a one male group, was analyzed by DNA analyses with fecal samples of wild gorillas. Although the difference in group transfer patterns of immature individual between western and eastern lowland gorillas was found, genetic diversity among neighboring males was high in both subspecies. This result suggests that gorillas do not have patrilineal community, which comprises several groups. Male chimpanzees remain their natal groups, and therefore male genetic structure of the community of African great apes is probably different.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学・自然人類学

キーワード：ゴリラ 血縁構造 地域集団 マイクロサテライト Y染色体 類人猿

1. 研究開始当初の背景

ヒトの社会の起源を考える上で、ヒトに近いアフリカ大型類人猿の社会を明らかにすることは重要である。チンパンジー、ゴリラともメスが生まれた集団を移出するが、チンパンジーは複雑集団でオスが群れに残るのに対し、ゴリラはおもに単雄群であり、オスも生まれた集団を移出する。ゴリラは隣り合う集団と行動圏を重複させているが、単雄群の集まりをコミュニティとして考えた場合、ゴリラのコミュニティはチンパンジー同様に父系的なのだろうか？これを明らかにするためには、オスの遺伝構造の解明が必要である。

近年、DNA を用いて、オスの遺伝構造を明らかにする研究がなされるようになってきた。ゴリラにおいても、マウンテンゴリラやニシローランドゴリラで遺伝解析を伴った研究がなされており、近隣にいるオス間の血縁度が高いという報告がある一方、オスが遠くへ分散しているとの報告もある。

ゴリラのコミュニティの遺伝構造を明らかにするには、さらなる研究が必要である。とくに、これまでほとんど遺伝的な解析が行われていないヒガシローランドゴリラの研究をすることが重要である。

2. 研究の目的

野生ゴリラを対象に、糞試料を用いた DNA 解析を行ない、地域集団のオスの遺伝構造を調べ、地域コミュニティが父系的であるかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) DNA 試料収集

コンゴ民主共和国の共同研究者であるバサボセ氏を中心に、野生のヒガシローランドゴリラの糞、合計 209 試料 (9 集団分) を収集した。また、ヒガシローランドゴリラの試料収集に時間がかかったこともあり、ガボン共和国の野生ニシローランドの糞試料の収集も行なった (計 101 試料)。糞は、綿棒で表面を拭き、緩衝液 (0.5% SDS, 100 mM EDTA, 100 mM Tris-HCl, and 10 mM NaCl) で保存した。

(2) DNA 分析

糞試料からキットを用いて DNA を抽出し、リアルタイム PCR 法で DNA 量を測定した。一定レベルの DNA 量が抽出できたサンプルを対象に、性染色体上の領域を用いた性判別、常染色体上および Y 染色対上に存在する個体差の大きいマイクロサテライト領域の解析を行なった。解析には、各種ソフト (CERVUS, GenAlEx, GenAlEx, NETWORK, Arlequin) を用いた。

4. 研究成果

(1) ニシローランドゴリラの遺伝構造

101 サンプルを解析した結果、38 頭分の DNA の解析が行なえた。この解析で、野生ゴリラの糞試料から DNA が抽出でき、正確に個体判別ができることがわかった。

集団内の遺伝構造を調べるため、22 頭で構成されていた集団の遺伝構造の解析を行なった。すべてのオトナ個体 (オス 1 頭、メス 6 頭) を含む 20 頭分の DNA 解析が行なえ、未成熟 13 個体すべての父親が集団にいるオトナオスであることがわかった。父親が同じなので当たり前であるが、Y 染色体のタイプは集団内に多様性がなく、すべてのオスが同じタイプであった。このことから、この集団のオトナオスは繁殖を独占しており、他の集団から未成熟オスが移入してきたこともなかったと考えられる。

次に、地域集団のオスの遺伝構造の解析を行った。父系遺伝する Y 染色体上のマイクロサテライト領域の解析をしたところ、地域集団のオスの Y 染色体の多様性は高く、地理的に近くにいるオス同士が必ずしも同じ Y 染色体のタイプを持っているわけではないことがわかった (図 1)。さらに、常染色体上のマイクロサテライト領域を用いて血縁判定を行なったところ、平均血縁度ではオス間とメス間で有意差はなかった。また、オスでは 28 ペア中血縁ペアがいなかったのに対し、メスでは 55 ペア中 5 ペアが血縁ペアであった。以上の結果から、オスがメスに比べて遠くへ分散しているかははっきりわからなかったが、少なくともオスは生まれた集団の近くに留まっていることは少なく、オスが遠くへ分散している可能性が高いことがわかった。

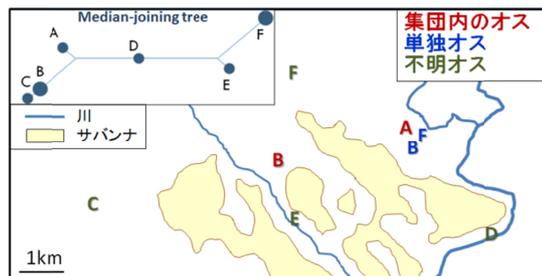


図 1. Y 染色体の多様性と試料収集場所

(2) ヒガシローランドゴリラの遺伝構造

地域集団のオスの遺伝構造を明らかにするため、性判別でオスと判定された試料を用いて、Y 染色体上のマイクロサテライト領域の解析を行なった。50 サンプル、35 個体分のタイプが決定でき、8 ハプロタイプを検出した (図 2)。Y 染色体の多様性は、先に調べたニシローランドゴリラの値とほとんど同じであり、オスの分散距離については両地域とも同じであると推察された。また、この地域のゴリラは、内戦により個体数が半減したと推定されているが、Y 染色体の多様性は低くなく、遺伝的多様性を保てるだけの個体数が生存していたと思われる。

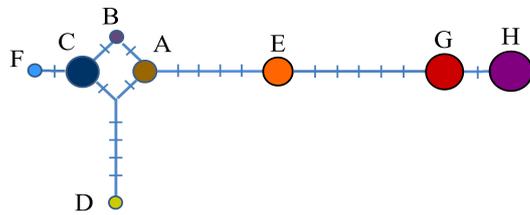


図2. Y染色体のタイプのネットワーク図

複数のオスの試料が収集できた集団は6集団であったが、そのうち5集団で集団内に複数のY染色体のハプロタイプが検出された。DNA試料は、2011年と2012年～13年にかけての2回に分けて収集していたが、同じ個体が違う集団で発見される例が2例見つかった。これは、サンプル期間の間に個体が集団を移籍したことを示していると思われるが、2例とも糞のサイズが小さく、未成熟オスであると推定された。また、その他にも隣接集団で同じハプロタイプを共有しているケースも見られ、これは未成熟オスが母親とともに移籍した結果だと考えられた。ニシローランドゴリラの集団では、集団内のすべてのオスのY染色体のハプロタイプが同じだったので、ヒガシローランドゴリラのような移籍があまり起こっていないと考えられる。他地域のニシローランドゴリラの研究では集団内のY染色体のタイプに多様性があるとの報告もあるので、今後解析する集団を増やし、集団間の移籍が地域によって異なるのかどうかを明らかにする必要がある。

(3) 成果のまとめと位置づけなど

本研究で、ニシローランドゴリラ、ヒガシローランドゴリラとも、地域集団のY染色体の多様性は高く、少なくとも一部のオスは遠くへ分散していることが明らかとなった。また、ニシローランドゴリラの研究では、近隣オス間には血縁者がいないことも示した。これらの結果から、対象地域においては、オスは生まれた集団の近くに留まっていることは少なく、コミュニティが父系的ではないと考えられる。これが正しいとすると、地域集団の遺伝構造は、オスが集団に残るチンパンジーとは大きく異なることになる。

しかし、マウンテンゴリラでオスが生まれた集団に残るといった報告や、違う地域のニシローランドゴリラの研究で近隣オス間に血縁者が多くいるとの報告もある。ゴリラの血縁構造は、先に示した集団間の移籍同様に、種や亜種、地域集団によって、変異がある可能性がある。今後、多くの集団で解析することにより、どのような要因によって、社会の変異が生み出されているのか詳細に明らかにし、ゴリラの中でどのような遺伝構造が祖形なのかを探る必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文](計5件)

Nakazawa N, Hanamura S, Inoue E, Nakatsukasa M, Nakamura M. A leopard ate a chimpanzee: The first evidence from East Africa. *Journal of Human Evolution* 65:334-337, 2013.

DOI: 10.1016/j.jhevol.2013.04.003

Inoue E, Akomo-Okoue EF, Ando C, Iwata Y, Judai M, Fujita S, Hongo S, Nze-Nkogue C, Inoue-Murayama M, Yamagiwa J. Male genetic structure and paternity in western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *American Journal of Physical Anthropology* 151:583-588, 2013.

DOI: 10.1002/ajpa.22312

Nakashima Y, Iwata Y, Ando C, Nkogoue CN, Inoue E, Akomo EO, Nguema PM, Bineni TD, Banak LN, Takenoshita Ngomanda YA, Yamagiwa J. Assessment of landscape-scale distribution of sympatric great apes in African rainforests: Concurrent use of nest and camera-trap surveys. *American Journal of Primatology* 75:1220-1230, 2013.

DOI:10.1002/ajp.22185

Inoue E, Tashiro Y, Ogawa H, Inoue-Murayama M, Nishida T, Takenaka O. Gene flow and genetic diversity of chimpanzees in Tanzanian habitats. *Primate Conservation*, 26:67-74, 2013.

DOI: 10.1896/052.026.0105

Langergraber KE, Prüfer K, Rowney C, Boesch C, Crockford C, Fawcett K, Inoue E, ほか13名. Generation times in wild chimpanzees and gorillas suggest earlier divergence times in great ape and human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 109:15716-15721, 2012.

DOI: 10.1073/pnas.1211740109

[学会発表](計9件)

井上英治. 野生動物の行動観察法入門 - あなたの行動観察法はだいじょうぶ? 方法編: 行動データ収集法. 第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会(2013/9/9, 岡山)

井上英治, Augustin K, Basabose, Sebulimbwa Kamungu, Cisirika Murhabale, 村山美穂, 山極寿一. ヒガシローランドゴリラのオスの血縁構造. 第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会2013年度合同大会(2013/9/8, 岡山)

早川卓志, 井上英治, Koops K, 大東 肇, 松沢哲郎, 今井啓雄. 野生チンパンジーにおける苦味受容体遺伝子の地域差と

生態適応．第 29 回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度 合同大会 (2013/9/7, 岡山)

村山美穂, Weiss A, 井上英治, 藤田志歩, 安藤智恵子, 坪川桂子, 岩田有史, Chimene N, 山極寿一．ニシローランドゴリラの性格評定と関連遺伝子の探索．第 29 回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013 年度 合同大会 (2013/9/7, 岡山)

井上英治．DNA が明かす霊長類の繁殖と社会．DNA 多型学会第 21 回学術集会・公開シンポジウム (2012/11/7, 京都)

Inoue E, Akomo-Okoue E, Judai M, Ando C, Fujita S, Hongo S, Inoue-Murayama M, Yamagiwa J. Male genetic structure of western lowland gorillas. International Primatological Society XXIV Congress (2012/08/13, Cancun)

井上英治, 安藤智恵子, Etienne Akomo Okoue, 岩田有史, 十代真理子, 藤田志歩, Chimene Nze Nkogue, 井上-村山美穂, 山極寿一．ニシローランドゴリラの識別群の血縁構造．第 28 回日本霊長類学会大会 (2012/7/8, 名古屋)

井上英治, 中川尚史, 風張喜子, 井上-村山美穂．メスは遺伝的に異なるオスと繁殖しているか？ 第 27 回日本霊長類学会大会 (2011/7/17, 犬山)

井上-村山美穂, 井上英治, 加藤和美, Linda Vigilant, Katerina Guschanski, 村山裕一, 山極寿一．ゴリラの性格関連遺伝子の多様性．第 27 回日本霊長類学会大会 (2011/7/17, 犬山)

〔図書〕(計 1 件)

井上英治, 中川尚史, 南正人．『野生動物の行動観察法 実践日本の哺乳類学』, 東京大学出版会, 2013.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 英治 (INOUE Eiji)
京都大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 70527895

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし