

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19405015

研究課題名(和文) ヒト科における「妊娠しにくさ」の進化～野生チンパンジーのメスの過剰な性行動の研究

研究課題名(英文) Evolution of the trait of "difficulty of getting pregnant : the study on extra-high frequent copulation of wild chimpanzees.

研究代表者

橋本 千絵 (HASHIMOTO CHIE)

京都大学・霊長類研究所・助教

研究者番号：40379011

研究成果の概要(和文)：ヒトに最も系統的に近いチンパンジーにみられる「妊娠しにくい」形質の進化の解明のため、ウガンダ共和国カリンズ森林保護区に生息する野生チンパンジーを対象に、直接観察によるメスの性行動のデータと、ヒト用妊娠検査キットを用いた妊娠時期の判定とをあわせて分析した。さらに、妊娠検査キットによる妊娠判定を一步進め、2009年度より尿や糞試料によるホルモン分析の予備調査を行った。

研究成果の概要(英文)：Chimpanzees are the closest relatives of human beings and it takes a relatively long time for them to get pregnant. We studies wild chimpanzees in the Kalinzu Forest Reserve in Uganda. While we observed them directly, we conducted a pregnancy test using pregnancy test kit for humans. From 2009, we started a preliminary study on hormone dynamics of wild chimpanzees using non-invasive samples, such as urine and feces.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
総計	5,000,000	1,500,000	6,500,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学

キーワード：チンパンジー、妊娠しにくさ、カリンズ森林、頻回交尾、性、メスの生活史、メスの積極性

1. 研究開始当初の背景

ヒトは、妊娠しにくい動物である。普通に性交渉をもつ若い夫婦でも、1年以上妊娠しないことはめずらしくない。2年を超えて不妊症と診断される夫婦も10組に1組はおり、WHOは世界で6,000万～8,000万組のカップルが不妊であると報告している。また、妊娠しても、約1割が流産してしまう。

ヒトにもっとも系統的に近いチンパンジーでも、同じように「妊娠しにくい」傾向が見られる。これまでの研究によれば、子ども

の離乳後に発情を再開したあと、次に妊娠するまで平均約6回月経サイクルを必要とする。チンパンジーの月経サイクルは約1ヶ月なので、妊娠するまでに約半年かかるわけである。

妊娠しにくいというのは生物にとって何よりも不利なことであり、本来ならすぐに淘汰される形質である。実際多くの動物は1回から数回の交尾で確実に妊娠するように進化しており、ウシなどの家畜では、1回の種付けで95パーセント以上妊娠するという報告もある。妊娠しにくいという傾向がヒトと

チンパンジーに広く認められるとすれば、それは個体レベルの単なる障害ではなく、長期間妊娠しないことに積極的な理由があると考えざるを得ない。では一体、何のために「妊娠しにくさ」が進化してきたのだろうか。

発情の開始から妊娠に至までの半年間、チンパンジーのメスは、かなりの回数の交尾を行う。これまで野生のチンパンジーを対象に行われた研究によると、1回の出産のために数百回から千回以上の交尾を行っているという。チンパンジーのメスがこれほどまで多くの回数の交尾を行う

理由としては、オスとの関係形成、父性認識のかく乱による子殺しの防止、優良な遺伝子の選択など、さまざまな仮説が唱えられているが、未だ解決は見えていない。また、これほど多くの交尾を行うのにもかかわらず妊娠するまでに半年以上もかかるということの生理的メカニズムについても、まだ何もわかっていない。

申請者らが調査を行っているウガンダ国カリンズ森林のチンパンジーでも、メスはきわめて高い頻度で交尾を行う。これまでの観察では、発情メスは平均して1時間に約3回交尾を行っており、多いときには1日のうちに10頭以上のオスと50回以上も交尾を行う。このような高頻度で交尾を行うメスがいると、たくさんのオスが集まって大きなパーティが形成される。また、発情メスの方からオスに接近するなど、メス自身が積極的に交尾を開始していることもわかっている。このようなフィールドでの観察により、チンパンジーの妊娠しにくさの生理的メカニズムと過剰なまでの交尾の社会的意味を解明し、ヒト科における妊娠しにくさの進化の理解につなげたい。

2. 研究の目的

(1) 1回の出産のために要する月経サイクル数と交尾の回数チンパンジーのメスの性行動についての研究は数多くなされているが、特定のメスの性行動を長期間にわたって詳しく調べた研究はこれまでになく、したがって1回の出産に要する月経サイクル数や交尾の回数については、さまざまな仮定にもとづく推定がなされているにすぎない。本研究では、数頭のメスをターゲットとして出産から次の出産に至るまで追跡調査し、1回の出産に要する月経サイクル数や、その間の交尾の相手数、交尾の回数についての実証的データを得る。また、妊娠に結びついた発情期と結びつかなかった発情期で、交尾の回数や相手にどういった違いがあったのかについても調べ、妊娠に結びつかない発情期の特性を探る。

(2) 早期流産の頻度と妊娠しにくさの関係
ヒトにおいては、妊娠検査キットを用いた尿検査によって妊娠したかどうかを簡単にチ

ェックできるようになり、これまでは見過ごされていた妊娠初期の流産がわかるようになってきた。これまでの研究で、こういったヒト用の妊娠検査キットは、チンパンジーでも使えることがわかっている。本研究では、ターゲットとするチンパンジーのメスについて可能な限り毎日妊娠検査キットを用いた妊娠の有無を調べ、そのメスがいつ妊娠したのか、どのくらいの割合で初期流産がおきているのかを明らかにする。これにより、ヒトに見られる流産率の高さがヒト特有のものかどうか明らかになる。また、発情再開後約半年にもわたる不妊期間が、排卵や受精の不成功によるものなのか、繰り返して起こる初期流産によるものなのかといった、妊娠しにくさの生理的メカニズムの解明の糸口をつかむことができる。

(3) 交尾行動や生涯産子数にかかわるコスト
発情サイクルに入っているメスは、1回の月経周期のうち、約2週間の非発情期と約2週間の発情期を繰り返す。これまでの予備的な観察では、発情期にはメスはあまり採食をせず、交尾やその前後の休息、オスとの駆け引きに多くの時間を費やすことがわかっている。この研究では、ターゲットとなるメスについて発情期・非発情期それぞれの遊動パターンと採食行動を調べ、それらの比較から交尾にかかるコストを調べる。一方、1回の妊娠に要する期間が長くなると、出産から次の出産までの間隔が長くなり、一生に産む子どもの数が少なくなり、繁殖成功度の低下という大きなコストをもたらすことになる。本研究では、これまで蓄積された出産記録もあわせて本調査地におけるメスの出産間隔を計算し、妊娠に要する期間の延長が生涯産子数をどの程度減少させるのかを具体的に明らかにする。

(4) 不妊期間中の多数回交尾によってもたらされるベネフィット

長期にわたる不妊期間中の多数回の交尾がもたらすベネフィットとしては、オスとの関係形成、父性認識のかく乱による子殺しの防止、優良な遺伝子の選択などの候補があげられている。これらはいずれも量的評価の難しい項目であるが、結果として生じる子供の生存率なら、量的に評価することができる。本研究では、妊娠に至るまでの発情期間の長さ、その間の交尾相手の数、交尾の回数などが、その後生まれた子供の生存率にどのような影響を及ぼすのかを分析する。また、不妊期間中に頻繁に交尾を行ったオスとそうでないオスで、出産後のメスおよびその子との関係に違いがあるかどうかを実証的に検証する。

以上1)~4)の分析結果をもとに、発情の再開から次の妊娠にいたる期間の延長がもたらすコストとベネフィットを量的に検証し、チ

ンパンジーにおける妊娠しにくさの進化の意味を明らかにするとともに、不妊期間の延長をもたらしている生理的メカニズムの解明にむけたヒントをつかむ。また、この研究で明らかになる妊娠しにくさのベネフィットが、初期人類の社会やその後のヒトの進化の過程にも当てはまるのかどうかを検討し、ヒト科に共通する特徴としての妊娠しにくさの意味を探る。

3. 研究の方法

(1) 調査地・調査対象

調査は、ウガンダ共和国ブシェニ県のカリンズ森林保護区内に生息するチンパンジーM集団を対象として行った。M集団には、現在62頭のチンパンジーがおり、全個体が識別されている。この集団には22頭のオトナのメスがいますが、本研究では、これまでの調査で現在までの出産の履歴がわかっているメス9頭を対象として調査を行った。

(2) メスの性的状態のモニター

毎日、2チームに分かれて研究対象とする9個体を探し、発見できた個体については発情の指標となる性皮の腫脹の状態を記録した。追跡調査は可能な限り夕方泊まり場に落ち着くまで継続した。

(3) 個体追跡による連続データ

研究対象個体9頭から1個体を選んで、個体追跡による連続データを収集した。追跡中に、以下のデータを収集した。

① 遊動についてのデータ

GPS (Garmin社、GPSMap61s) を用いて、追跡個体の位置を1分おきに記録した。

② パーティのデータ

チンパンジーは、パーティと呼ばれるメンバー構成やサイズが柔軟に変化する一時的なサブグループを作って遊動するが、どういう構成やサイズのパーティに参加するか、同じパーティに誰がいるのかという点が、採食行動や社会行動、性行動の分析には不可欠である。この研究では、対象個体を追跡する間、橋本が開発した1-hour party法 (Hashimoto他, 2001) を用いて追跡個体の参加しているパーティの構成を記録した。

③ 採食行動と社会行動についてのデータ

対象個体の追跡中、5分おきに採食行動と社会行動を記録した。採食行動では、採食をしている樹木の種類、その樹木に存在する果実量、食物の探索、採取、咀嚼などの行動を記録する。また、主な食物については、5分間ごとの採取個数も計測する。社会行動については、10メートル以内に存在する個体について距離と行動を記録するほか、毛づくろい、攻撃的行動などの直接的交渉の詳細も記録した。また、出産後の子供の成育状況をモニターするため、子供の行動と母親からの距離についても5分おきに記録した。

④ 性行動

追跡個体が発情している場合は、行ったすべての交尾について、時間と相手の個体名を記録した。また、交尾に先立つ誘いかけや接近などの行動、交尾のあとの毛づくろいなどの行動、交尾のあとどちらがその場を立ち去ったかという点なども記録し、追跡個体はその交尾にどのような態度で臨んでいるかの分析に用いた。

4. 研究成果

これまでの研究により、チンパンジーが1回の出産のために数百回から千回以上の交尾を行うことがわかっている。なぜこれほどまで多くの回数の交尾を行うかという理由としては、これまで様々な仮説が提唱されてきているが、未だ解決はみていない。本研究では、メスのチンパンジーの性行動、遊動・採食行動、生まれた子どもの生存率を調べて、1) 1回の出産のために要する月経サイクル数と交尾の回数、2) 早期流産の頻度と妊娠しにくさの関係、3) 交尾行動や生涯産子数にかかわるコスト、4) 不妊期間中の多数回交尾によってもたらされるベネフィットについて明らかにするものである。平成20年度においては、前年度に引き続き4月から現地調査員による調査を開始した。メスの性的状態をモニターするために、発情の指標となる性皮の状態をチェックし、尿を採取しヒト用の妊娠検査キットで妊娠の有無を確認した。また、GPSを用いて遊動を記録し、1 hour party法によって一緒にいる個体を記録した。さらに、メスが発情をした場合には、調査対象メスの行った交尾すべてについて、時間と相手個体名、交尾に先立つ誘いかけや接近などの行動、交尾後の毛づくろい、どちらが先に立ち去ったかなどについて記録した。平成21年11月には、橋本が現地に行き、調査を行うとともに、日本人研究者が不在の間に現地調査員がとったデータを確認し、彼らの調査方法についてもチェックした。データはすべて持ち帰り、古市が分析を行った。また、チンパンジーの糞と尿を採集し、予備的なホルモン分析を行った。

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16件)

① 橋本千絵 チンパンジーと森を歩く。「生き物たちのつづれ織り」第5巻(印刷中)、2012、査読無。

② Furuichi T Female contributions to the peaceful nature of bonobo society. *Evolutionary Anthropology* 20:131-142、2011年、査読有。

③Furuichi T, Idani G, Ihobe H, Hashimoto C, Tashiro Y, Sakamaki T, Mulavwa BN, Yangozene K, Kuroda S (印刷中) Long-term studies on wild bonobos at Wamba, Luo Scientific Reserve, D.R. Congo: towards the understanding of female life history in a male-philopatric species. In Kappeler P, Watts D (eds) Long-term field studies of primates. Springer (査読有)

④Sakamaki, T., Mulavwa, M., Furuichi, T. Flu-like epidemics in wild bonobos (*Pan paniscus*) at Wamba, the Luo Scientific Reserve, Democratic Republic of Congo. *Pan Africa News* 16:1-4. 2010年、査読有。

⑤Mulavwa MN, Yangozene K, Yamba-Yamba M, Motema-Salo B, Mwanza NN, Furuichi T. Nest groups of wild bonobos at Wamba: selection of vegetation and tree species and relationships between nest group size and party size. *American Journal of Primatology* 72: 575-586、2010年、査読有。

⑥Furuichi, T. Factors underlying party size differences between chimpanzees and bonobos: A review and hypotheses for future study. *Primates* 50:197-209, 2009年、査読有。

⑦Hashimoto, C, Tashiro, Y., Hibino, E., Mulavwa, M., Yangozene, K., Furuichi, T., Idani, G., Takenaka, O. Longitudinal Structure of a unit group of bonobos: male philopatry and possible fusion of unit groups. In Furuichi, T., Thompson, J. (eds.), *The Bonobos: Behavior, Ecology, and Conservation*, Springer, New York, 107-119, 2008年、査読有。

⑧Furuichi, T., Mulavwa, M., Yangozene, K., Yamba-Yamba, M., Motema-Salo, B., Idani, G., Ihobe, H., Hashimoto, C., Tashiro, Y., Mwanza N. Relationships among Ranging Speed, Party Size and Composition, and Fruit Abundance for bonobos at Wamba. In Furuichi, T., Thompson, J. (eds.), *The Bonobos: Behavior, Ecology, and Conservation*, Springer, New York, 135-149、2008年、査読有。

⑨Mulavwa, M., Furuichi, T., Yangozene, K., Yamba-Yamba, M., Motema-Salo, B., Idani, G., Ihobe, H., Hashimoto, C., Tashiro, Y., Mwanza N. Seasonal changes in fruit production and party size of bonobos at Wamba. In Furuichi, T., Thompson, J. (eds.), *The Bonobos: Behavior, Ecology, and Conservation*. Springer, New York, pp. 121-134、2008年、査読有。

⑩Idani, G., Mwanza, N., Ihobe, H., Hashimoto, C., Tashiro, Y., Furuichi, T. Changes in the status of bonobos, their

habitat, and the situation of humans at Wamba, in the Luo Scientific Reserve, Democratic Republic of the Congo. In Furuichi, T., Thompson, J. (eds.), *The Bonobos: Behavior, Ecology, and Conservation*. Springer, New York, pp. 291-304、2008年、査読有。

⑪橋本千絵サルの時間：チンパンジーのメスの生活を追って。世界思想 35:26-30、2008年、査読無。

⑫古市剛史、類人猿の観察から見る性の進化、ヒトの進化、人間と文化、教養講演集(三愛新書) 74 卷 101-105、2008年、査読無。

⑬橋本, 千絵、性行動の進化と社会 ボノボ、チンパンジー、ヒトの比較から。科学 77: 637-641. 2007年、査読無。

⑭ Hashimoto, C. Snare removal for conservation of chimpanzees in the Kalinzu Forest Reserve, Uganda. *Pan Africa News* 14: 8-11, 2007年、査読有。

⑮Hashimoto, C. “The Chimpanzees of the Budongo Forest: Ecology, Behaviour and Conservation,” by V Reynolds. Oxford Univ Press, 2005”、*Primates* 48: 249-251、2007年、査読無。

⑯橋本千絵、ボノボとチンパンジーの性行動-メスたちは性行動から何を得るのか。In: 京都大学霊長類研究所編、*霊長類進化の科学*、京都大学出版会、京都、291-302、2007年、査読無。

〔学会発表〕(計17件)

①橋本千絵、安岡宏和、手塚賢至、古市剛史. 2011. ウガンダ共和国における森林保護区周辺の地域住民による森林資源の利用の実態. 第27回日本霊長類学会大会、愛知県犬山市(2011年7月18日)

②郷もえ、橋本千絵. カリンズ森林に生息するブルーモンキーとレッドテイルモンキーの混群における発声の同期性. 第27回日本霊長類学会大会、愛知県犬山市(2011年7月17日)

③古市剛史. 2010. Pan 属におけるオス間の性的競合と遊動・採食の性差の種間差について. 第63回日本人類学会大会、伊達市噴火湾文化研究所(2010年10月3日).

④Hashimoto, C., Furuichi, T., Sakamaki, T., Mulavwa, M.N., Yangozene, K. 2010. Comparison of ranging behavior between wild bonobos and chimpanzees. 23rd Congress of International Primatological Society, Kyoto, Japan, Kyoto, (2010年09月14日).

⑤Furuichi, T., Mulavwa, M.N., Hashimoto, C. 2010. Comparison of food patch use and ranging pattern between bonobos at Wamba and chimpanzees in the Kalinzu Forest.

23rd Congress of International Primatological Society, Kyoto, Japan. (2010年09月14日).

⑥ Furuichi, T. 2010. Life history of female bonobos and their contribution to peaceful nature of the society. 23th Congress of International Primatological Society, Kyoto, Japan. (招待講演)

⑦ Mulavwa, M.N., Yangozene, K., Yamba-Yamba, M., Motema-Salo, B., Mwanza, N.N., Furuichi, T. 2010. What we know from nest groups of bonobos at Wamba: habitat use, socio-ecological features, and comparisons with chimpanzees. 23rd Congress of International Primatological Society, Kyoto, Japan. (2010年09月14日).

⑧ Tashiro, Y., Furuichi, T., Hashimoto, C. 2010. Biomass of mammals and ecology of sympatric cercopithecines in chimpanzee habitat in the Kalinzu Forest, Uganda. (2010年09月14日).

⑨ Koyabu, D.B., Endo, H., Shimizu, D., Hashimoto, C., Furuichi, T., Tashiro, Y., Go, M., Ihobe, H. 2010. Food toughness and craniodental morphology in three sympatric guenon species in Kalinzu Forest, Uganda. 23rd Congress of International Primatological Society, Kyoto, Japan. (2010年09月14日).

⑩ Go M, Hashimoto C (2010) Ranging behaviors in mixed-species associations of blue monkeys and red-tailed monkeys in the Kalinzu Forest, Uganda. International Primatological Society XXIII (2010/09, Kyoto)

⑪ 古市剛史, 安岡宏和, 木村大治, 手塚賢至, 橋本千絵 (2010) ウガンダ共和国とコンゴ民主共和国における森林保護区周辺の地域住民による森林資源の利用の実態. 日本アフリカ学会第47回学術大会 (2010年5月30日, 奈良県立文化会館).

⑫ 古市剛史, 橋本千絵, カリンズ森林のチンパンジーの食物パッチ利用: パッチ内での採食速度の経時変化について. 第25回日本霊長類学会大会, 2009/7/20, 中部学院大学 (岐阜県).

⑬ Hashimoto, C., Furuichi, T. Influence of sex difference and estrus state on the ranging pattern of chimpanzees in the Kalinzu Forest, Uganda, The 22nd Congress of the International Primatological Society, 2009/8/4, Edinburg, UK

⑭ Furuichi, T. Kuroda S, Idani G, Ihobe H, Hashimoto C, Tashiro Y, Sakamaki T, Kimura D, Yasuoka H, Mwanza N, Mulavwa M, Yangozene K, Kano T. Roles of longer research for conservation of bonobos at

Wamba: how it supports coexistence of local people with bonobos. The 22nd Congress of the International Primatological Society, 2009/8/4, Edinburg, UK.

⑮ Furuichi, T. Long-term studies on wild bonobos at Wamba, Luo, 7th Göttinger Freilandtage: Long-term field studies of primates, 2009/12/9, Göttingen, Germany

⑯ 古市剛史, カリンズ森林のチンパンジーの食物パッチ利用: scramble competition 仮説はチンパンジーの遊動パターンを説明できるか? 第24回日本霊長類学会大会, 2008/7/6, 神奈川県横浜市

⑰ 古市剛史, カリンズ森林のチンパンジーの食物パッチの利用パターン: 生態学的要因と社会学的要因の検討. 第23回日本霊長類学会大会, 2007/7/16, 滋賀大学 (滋賀県)

〔図書〕 (計8件)

① 橋本千絵 (印刷中) カリンズの森とチンパンジー保護—エコツーリズムの現状. 吉田昌夫, 白石壮一郎編著「ウガンダを知るための53章」, 明石書店, 東京 (査読無)

② 橋本千絵. 性行動の進化と社会: ボノボ、チンパンジー、ヒトの比較から. In 松沢哲郎編「人間とは何か」, 岩波書店, pp.255-259, 2010年.

③ 橋本千絵. 子殺しをするって本当ですか? 「新しい霊長類学 人を深く知るための100問100答」 (京都大学霊長類研究所編) p.101-103 講談社, 2009年

④ 橋本千絵. サルは, 母親が子育てするって決まっていますか? 「新しい霊長類学 人を深く知るための100問100答」 (京都大学霊長類研究所編) p.90-92 講談社, 2009年.

⑤ 橋本千絵. どうやって寝ますか? 巣を作るのですか? 「新しい霊長類学 人を深く知るための100問100答」 (京都大学霊長類研究所編) p.93-95 講談社, 2009年.

⑥ 橋本千絵. サルにも, 美女, 美男がいるのですか? 「新しい霊長類学 人を深く知るための100問100答」 (京都大学霊長類研究所編) p.113-115 講談社, 2009年.

⑦ 橋本千絵. 家族で生活する? 群れでいると何がいい? 「新しい霊長類学 人を深く知るための100問100答」 (京都大学霊長類研究所編) p.95-98 講談社, 2009年.

⑧ Furuichi, T. The Bonobos: Behavior, Ecology, and Conservation, Springer, New York, 2008年, 327ページ。

〔その他〕

新聞記事

① 橋本千絵. 2007. 性行動: 「ニセ発情」するボノボのメス. 朝日新聞 2007年11月26日

②橋本千絵, 2007. 過剰な交尾:妊娠しにくい
チンパンジー. 朝日新聞 2007年12月3日

テレビへの出演

①橋本千絵 (2008) NHK 「世界一周!地球に
触れるエコ大紀行」.

②橋本千絵 (2008) CBC 「赤道大紀行~アフ
リカ編~」.

③橋本千絵 (2010) NHK 「ワイルドライフ
“文化”を受け継ぐチンパンジー~ウガンダ
の森~」.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋本 千絵 (HASHIMOTO CHIE)
京都大学・霊長類研究所・助教
研究者番号: 40379011

(2) 研究分担者

古市 剛史 (FURUICHI TAKESHI)
京都大学・霊長類研究所・教授
研究者番号: 20212194

(3) 連携研究者

なし