

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年4月17日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23730705

研究課題名（和文）ニホンザルの寛容性に関する行動遺伝学的研究

研究課題名（英文）Behavioral genetic research on tolerance in Japanese macaques

研究代表者

山田 一憲（YAMADA KAZUNORI）

大阪大学・大学院人間科学研究科・講師

研究者番号：80506999

研究成果の概要（和文）：

厳格な優劣関係はニホンザルが持つ特徴の一つである。優位な個体は劣位な個体に対して、一方的に攻撃を加え、食べ物の優先権を持つ。本研究では、勝山集団（岡山県真庭市）と淡路島集団（兵庫県洲本市）のニホンザルを対象にフィールドワークを行い、行動データと遺伝子を収集した。解析の結果、淡路島集団のニホンザルは寛容な行動傾向を示すことと、攻撃性に影響を与えるとされる神経伝達関連遺伝子の特徴が異なることが示された。ニホンザルの寛容性に地域差が見られることは古くから指摘されていたが、遺伝的な背景がある可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：

Japanese macaques (*Macaca fuscata*) live in highly hierarchical societies and high-ranking monkeys attack subordinates so as to monopolize provisions. Regional differences in the frequency of aggressive behavior are well-documented. I found that these regional differences between the Katsuyama group (Maniwa city Okayama prefecture, Japan) and Awajishima group (Sumoto city Hyogo prefecture, Japan) were associated with frequencies of two aggression-related candidate genes in wild Japanese macaques.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：比較行動学、行動遺伝学、霊長類学、ニホンザル、性格関連遺伝子、寛容性、集団間比較

1. 研究開始当初の背景

淡路島ニホンザル集団（兵庫県洲本市に生息）のサルが示す社会的な寛容性は、全国の野生ニホンザル集団の中でも特異的である

（Nakamichi & Yamada, 2010）。淡路島集団では、大豆を用いて地面に文字を書くと、その文字通りにサルが集まり、サル文字を描くことができる。サル文字は、他のニホンザル

集団では描くことができない。順位の高い個体が、餌を独占するために、順位の高い個体を追い払ってしまうからである。淡路島集団が寛容性の高い集団であることは、30年前の論文でも指摘されていた (Koyama et al., 1981)。

脳神経科学の分野では、個体が示す攻撃性が、脳内の神経伝達物質の影響を受けることが指摘されている。特に、ドーパミンやセロトニンといった神経伝達物質を分解する酵素であるモノアミンオキシダーゼ A (MAOA) の活性が低いと、攻撃性や衝動性が上昇することが、ヒトや動物の研究から明らかになっている (Ferguson & Beaver, 2009)。さらに、アカゲザルを対象とした行動遺伝学的研究からは、MAOA の活性の程度が MAOA 遺伝子の 5' 領域にある転写調節領域の反復数と関連することが示された (Newman et al., 2005)。つまり、転写調節領域に見られる反復数の個体差 (遺伝的多型) が、その個体の MAOA 活性の程度を反映していることを意味する。Murayama et al. (2010) による最新の研究により、ニホンザルにおいても、MAOA 遺伝子の転写調節領域の反復数に個体差 (遺伝的多型) が見られることが明らかになった。

2. 研究の目的

本研究課題では、両集団を対象として個体の寛容性を示す行動データを収集し、さらに個体の DNA を集めて彼らの MAOA 遺伝子を解析した。淡路島集団の個体が示す特異的な寛容性に遺伝的な背景が存在するかどうかを検討することが、本研究課題の目的であった。

3. 研究の方法

本研究課題では、淡路島ニホンザル集団

(兵庫県洲本市) と勝山ニホンザル集団 (岡山県真庭市) を対象とした。

実施したデータワークは、2 点に分けられる。「行動データの収集」と「DNA データの収集」である。行動データの収集には、給餌実験を行い、DNA の収集には、糞から DNA を抽出し分析するという非侵襲的な方法を採用した。

- ① 淡路島ニホンザル集団について：1967 年より調査が継続されているため、多くの個体の生年と母系血縁関係が記録されている (Nakamichi et al. 1997)。研究代表者は 2008 年より淡路島集団を対象としたフィールドワークを開始し、人口動態や養育行動や社会行動に関わるデータの収集を継続している。
- ② 勝山ニホンザル集団について：1958 年より調査が継続されており、全ての個体の生年と母系血縁関係が記録されている (Itoigawa 1997)。研究代表者は 2000 年より勝山集団を対象としたフィールドワークを継続しており、ニホンザルの社会行動・母子関係に関する研究成果を多数発表している。
- ③ 給餌実験について：集団が滞在する餌場に直径 8m の円を描き、その内に広く小麦をまいた後、その円の中で小麦を拾って食べたサルの頭数とその際に生じた攻撃行動に関連した音声の数をカウントする実験のことである。集団の凝集性と攻撃性を比較する為の手法として Koyama et al. (1981) が導入し、良い成果が得られている。給餌時は、餌の所有を巡って個体間で攻撃行動が生じやすい。給餌実験中に生じた攻撃行動を記録することによって、個体間の優劣順位を確定した。
- ④ DNA データの収集と分析：個体の DNA は糞から抽出した。糞抽出法を用いること

によって、野生ニホンザルに対して非侵襲的な方法でDNAを収集することができた。観察中に個体の排泄を確認次第、糞の一部を綿棒で擦り取り、Lysis bufferの中に溶かし入れ、個体名と収集日時を記録した（糞の収集プロトコルは Sugiyama et al., 1993 に従った）。常温保存して実験室に持ち帰った Lysis buffer のチューブ中の糞試料は Morin et al. (2001) のプロトコルに従い、QIAGEN 社製の QIAamp DNA Stool Mini Kit を用いて、DNA を抽出し冷凍庫に保存した。MAOA 遺伝子の 1.1 キロベース上流にある転写調節領域では、18 塩基対を単位とした反復領域がある。この反復数には遺伝的多型が存在するため、収集した DNA 試料を PCR 法を用いて当該の多型領域を増幅し、DNA シーケンサーによって遺伝子型を決定し、集団間での遺伝子頻度を比較した。使用するプライマーと遺伝子型決定のプロトコルは Newman et al. (2005) に準じた。

4. 研究成果

【行動研究に関して】

- ① 給餌実験のビデオ映像を解析した結果、攻撃交渉の頻度に関して、2 集団の間に大きな差は見られなかった。勝山集団では全体の 14% の個体が円内で小麦を拾った一方、淡路島集団では 70% の個体が円内で小麦を拾っていた。これらの結果は、淡路島集団のニホンザルは、勝山集団と比較して、社会的緊張が高まる状況であっても、攻撃行動が起こりにくく寛容な行動傾向を持つことを示している。この傾向は、30 年前に給餌実験を行った Koyama et al. (1981) の結果と同じものであった。つまり、30 年経って、集団の

全個体が寿命によって入れ替わったり、集団の変遷により個体数や血縁系統に変動が生じていたりしたにも関わらず、淡路島集団がもつ寛容性が次世代に継承されていることを示している。

- ② 糞より収集した DNA 試料をもとに、攻撃性と関連するとされる神経伝達関連遺伝子の特徴を勝山集団と淡路島集団の間で比較した。ニホンザルにおいて遺伝的多型が見られた 2 つの候補遺伝子（モノアミノオキシダーゼ A 遺伝子: MAOALPR、アンドロゲン受容体遺伝子: ARQ）に関して、勝山集団と淡路島集団の間でアリル頻度に有意な偏りが見られた。この結果は、淡路島集団が示す特異的な寛容性に、遺伝的背景が存在する可能性を示唆するものである。今度は、解析試料を増やしたり、他の候補遺伝子を解析したり、個体レベルでの解析を加えることを計画している。



淡路島集団の休息場面。気温の低い日には、比較的大きなサル団子を作るが、敵対的交渉が生じることは大変少ない。

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 3 件)

①K. ONISHI, K. YAMADA, & M. NAKAMICHI
Grooming-related feeding motivates macaques to groom and affects grooming reciprocity and episode duration in Japanese macaques (*Macaca fuscata*).
Behavioural Processes, 査読有り, 92: 125-130. (2013)

②N. KATSU, K. YAMADA, & M. NAKAMICHI
Social relationships of nulliparous young adult females beyond the ordinary age of the first birth in a free-ranging troop of Japanese macaques (*Macaca fuscata*).
Primates, 査読有り, 54:7-11. (2013)

③中川尚史・中道正之・山田一憲
ニホンザルにおける稀にしか見られない行動に関するアンケート調査結果報告.
霊長類研究, 査読有り, 27:111-125. (2011)

〔学会発表〕 (計 15 件)

①村山美穂・阿部秀明・山田一憲
動物の行動に影響する遺伝子多型の解明
第 35 回日本分子生物学会年会, (2012)

②山田一憲・井上-村山美穂
ニホンザル地域集団におけるオキシトシン受容体遺伝子の多型解析.
第 28 回日本霊長類学会大会, (2012)

③K. YAMADA & M. Inoue-MURAYAMA
Intra-species differences in tolerance and genetic polymorphisms in Japanese macaques (*Macaca fuscata*).
42nd Annual Meeting of the Behavior Genetics Association, (2012)

③ K. ONISHI, K. YAMADA, & M. NAKAMICHI
Grooming-related feeding benefits the groomer: A preliminary study in Japanese macaques (*Macaca fuscata*).

The 24th Congress of the International Primatological Society, (2012)

④ M. UENO, K. YAMADA, & M. NAKAMICHI
Effect of soliciting behaviors on grooming reciprocity in free-ranging Japanese macaques.

The 24th Congress of the International Primatological Society, (2012)

〔図書〕 (計 2 件)

①山田一憲
サルの社会と個性を知る.
阪大 Now, 査読無し, 135:14-15. (2013)

②山田一憲
ニホンザルの個性は何から生まれるのか.
中川尚史・友永雅己・山極寿一 (編) 日本のサル学のあした—霊長類研究という「人間学」の可能性, 京都通信社, Pp72-77. (2012)

〔その他〕

ホームページ等
<http://ethology-osaka.tumblr.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 一憲 (YAMADA KAZUNORI)
大阪大学・人間科学研究科・講師
研究者番号: 80506999