

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330175

研究課題名(和文) 一夫一妻鳥類をモデルとした利他性の進化起源に関する比較認知研究

研究課題名(英文) Comparative psychological research on the sexual selection hypothesis for the evolution of altruism

研究代表者

伊澤 栄一 (Izawa, Ei-ichi)

慶應義塾大学・文学部・准教授

研究者番号：10433731

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ヒトに際立ってみられる利他行動の進化起源を知るために、メスが子育て協力者としてのオスの質を評価することで進化してきたという「利他性の性淘汰仮説」を立て、長期的一夫一妻であるカラスをモデルとして検討した。つがい形成前の若鳥の群れを飼育し、利他行動である他個体への羽づくろいについて調べた結果、2つの発見があった。1つは、若鳥の相互羽づくろいは、優位オスから劣位オスへと一方的に生じた。もう1つは、そのようなオス同士の羽づくろいは、メスが見ている状況で頻度上昇する可能性があることである。これらの結果はオスの利他行動がメスへのアピールであることを示唆しており、同仮説を支持する成果が得られた。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the hypothesis that the function of altruistic behaviour in mate choice of long-term monogamous species. Crows, life-long monogamy, are an ideal model to test this hypothesis. This study employed the observation and the experiment methods for two captive groups of crows. We first analyzed the inter-individual social interactions and found that affiliative interactions with altruistic allopreening increased after the dominance hierarchy stabilized via aggressive interactions in the groups. Second, we found that the sex-different correlations between dominance ranks and basal stress level estimated by fecal corticosterone metabolites. Third, we found that the presence of females slightly enhance male-male allopreening, suggesting allopreening may play a role of mate choice signal for females. Finally, we found that males offered higher quality food and allopreened more to the partner females, suggesting altruistic efforts may bias to males.

研究分野：比較認知科学

キーワード：利他性 カラス 一夫一妻 互惠性

1. 研究開始当初の背景

利他性はヒトを特徴づける心理・行動特性である。その進化の説については、従来、互惠性と血縁淘汰の理論に立脚した研究がなされてきた。しかし近年、大型類人猿の中でもヒトだけにみられる長期的な一夫一妻の繁殖システムと利他性の進化的関連が理論提唱されてきた。オスとメスが長期に子育て協力する一夫一妻の繁殖システムでは、メスがオスに求めるのは資源獲得力の高さだけでなく子育て協力能力の高さ、すなわち高い利他性である。それゆえオスは、メスに選ばれるべく、より利他的に行動するよう、オス同士で利他性を競う選択圧が作用するという理論であり「利他性の性淘汰説」と呼ばれる。この仮説はヒトの利他行動において一部支持する研究があるに留まっている。同仮説の普遍性を検討するためには、大型類人猿に一夫一妻制が進化していない以上、他の分類群での検討が必要であるが、霊長類ひいては哺乳類において長期的な一夫一妻は稀な配偶システムであるため、適したモデル動物での検討が必要であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、哺乳類では検討が困難な利他性の性淘汰仮説を、ヒトと共通の長期的な一夫一妻の繁殖システムをもつ鳥類カラスをモデルとして検討することであった。研究代表者は、カラス非繁殖若鳥集団において、オス同士が利他行動によって競合し、優劣関係を築いていることを示唆する予備データを得ていた。それをもとに、本研究では、カラス若鳥飼育集団を対象として、群れ内の個体間交渉による社会構造を詳述すると同時に、オスの利他行動の機能について、特にメスとの関わりについて調べることで、同仮説の正否の検討を試みた。

3. 研究の方法

本研究は、研究代表者が現有する屋外設置のカラス集団飼育施設に、1年齢の10羽(オス5,メス5)のハシブトガラス2群(計20羽)を導入し、研究期間中の3年間、縦断的に個体の社会行動を観察することで蓄積されたデータを解析することで個体間に形成された社会関係および群れの構造を描出する方法と、環境操作によって特定の個体・行動への影響を評価する行動実験の方法を併用した。

4. 研究成果

(1) 群れ構造の安定化とオス間交渉の推移の検討

導入した群れについて、個体間の攻撃・宥和交渉を日常的に観察記録した。ここでは、個体間に形成される優劣関係について、群れ全体で直線的であるか否かを順位構造の安定性の指標として用い、初年度導入(2014年秋)から月ごとの順位直線性と、優劣関係の明瞭なオス間の攻撃・宥和交渉の頻度を調べた。結果の一部を図1に示す。月を経るにつれて直線性が高くなっていったことから、群れの構造が約半年をかけて安定化したことがわかる。順位の安定化に沿う形で、オス間の攻撃・宥和交渉の頻度がいずれも次第に高くなった。特に、群れ導入後(11月)は攻撃交渉が高く、次第に宥和交渉が高くなっていった。このことは、オス間の優劣関係形成は、初期には攻撃交渉が関与し、安定化と共に、宥和交渉によって優劣関係を維持していることを反映していると考えられる。

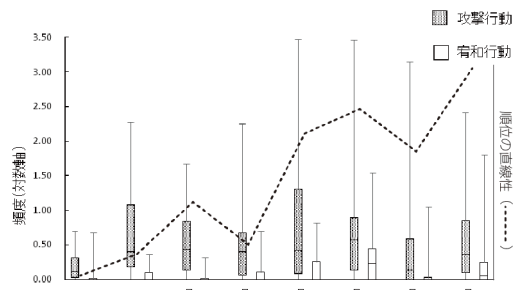


図1. オス間の社会交渉頻度と順位安定性の遷移

(2) 優劣順位を支える内分泌基盤の性差の検討

群れ内ではオスが高順位、メスが低順位となる明瞭な性差があった。優劣順位の内分泌基盤として、ストレスホルモンと称されるグルココルチコイドが哺乳類を中心に研究されており、優位個体ほど高ストレスの群れ、劣位個体ほど高ストレスの群れ、いずれか2パターンに大別される。しかし専攻研究の殆どが、オス、メス、一方だけの性の個体群について調べたものであった。そこで代表者らは、1年間、行動観察データを収集すると並行して、各個体が排泄した糞を採取し、糞中のグルココルチコイド代謝物を計測し、群れ内の個体のストレスレベルと順位の間を調べた。その結果、オスでは高順位ほどグルココルチコイド代謝物濃度が高く、順位とストレスの正の相関がみられた。これとは対照的に、メスでは高順位ほどグルココルチコイド代謝物濃度は低く、順位とストレスの逆相関がみ

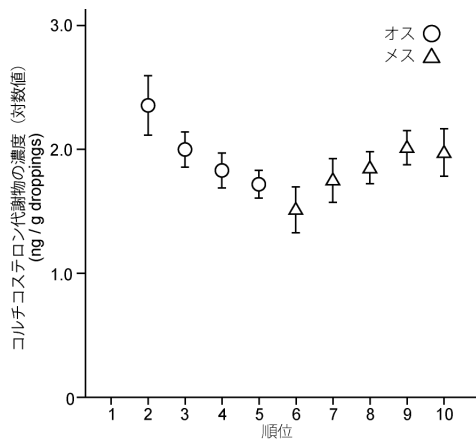


図2. 優劣順位とコルチコステロン代謝物濃度の関係

られた。これらの結果は、カラスの群れ内にはオス・メスの直線的順位があるものの、その内分泌基盤はオスとメスで異なっていることを示す。このようなストレスと順位の間に関する性差は、哺乳類を含めても初の発見となった。

(3) メスの存在によるオス間の利他行動の促進に関する検討

(1) で示したように、群れ内の優劣順位が安定するに従い、オス間では利他行動（相互羽づくろい）によって優劣関係の確認・維持をするようになった。このオス間の羽づくろいが、メスに対しては、利他性のアピール信号として機能している可能性を考え、メスが隣接ケージにいる条件、オスが隣接ケージにいる条件、隣接ケージに他個体がない条件、の3条件でオス間の羽づくろいの頻度・時間を比較した。

季節ごとに比較実験を行った結果、相互羽づくろいが最も多い秋において、メス隣接条件でオス間の羽づくろいが増加した（図3）。夏では、オス隣接条件でもオス間羽づくろいの増加傾向がみられた。この結果は、本研究課題の仮説を部分的ではあるが支持するものである。

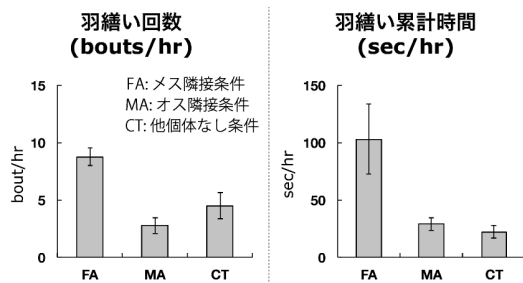


図3. 隣接ケージに他個体がある・いない条件でのオス間羽づくろい

(4) つがいと非つがいの利他行動の比較検討

本研究課題開始時に導入した群れ内において、最終年度につがい形成された。一夫一妻鳥類のつがいの利他行動は繁殖期に関する観察記録しかなかったが、代表者らが観察を進める中で、つがいは非繁殖期において

も互いに給餌し、羽づくろいしあうなど、年を通して利他行動を行っていることが確認された。そこで、若鳥では優位オスから劣位オスへの一方向的なパターンをもつ利他行動が、つがいではどのようなパターンを示すかを実験で調べた。

つがいの飼育ケージに、選好の異なる高・低2種類の餌を逐次呈示し、どちらの餌を、オス、メスどちらが給餌するかを分析した。その結果、オスもメスも互いに給餌するという一定の互惠性が見られた。さらに詳しく分析すると、オスは選好の高い餌をより高頻度でメスに給餌することが分かり、協力関係の維持にオスが高いコストを払っている可能性が示唆された。つがい個体間の羽づくろいも分析した結果、一定の互惠性がありながらも、オスからメスへの頻度が高いことが判明し、給餌に限らず、オスの方がメスより利他的コストを払っていることが示唆された。このようなオスの利他的コストの高さは、配偶者選びの際にメスが「より利他的」なオスを選んでる仮説と一致する。

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6件)

- Matsui, H., Hunt, G. R., Skojo, K., Ogihara, N., McGowan, K. J., Mithraratne, K., Yamasaki, T., Gray, R. D., Izawa, E-I. (2016) Adaptive bill morphology for enhanced tool manipulation in New Caledonian crows. *Scientific Reports* 6: 22776 (DOI: 10.1038/srep22776) 査読あり
- 宮澤絵里, 伊澤栄一 (2016) 鳥類の共感性進化の生態因としての一夫一妻システム:カラスのつがいにおける協力関係の維持と形成 *心理学評論* 58: 299-312. 査読あり
- Ode, M., Asaba, A., Miyazawa, E., Mogi, K., Kikusui, T., Izawa, E-I. (2015) Sex-reversed correlation between stress levels and dominance rank in a captive non-breeder flock of crows. *Hormones and Behavior* 73: 131-134. (doi: 10.1016/j.yhbeh.2015.07.012) 査読あり
- Kanai, M., Matsui H., Watanabe, S., Izawa, E-I. (2014) The involvement of vision in tool use in the crow. *NeuroReport* 25: 1064-1068. (doi: 10.1097/WNR.0000000000000229) 査読あり
- Kondo, N. Izawa, E-I. (2014) Individual differences in facial configuration in large-billed crows. *Acta Ethologica* 17: 37-45. (doi: 10.1007/s10211-013-0156-2) 査読あり
- 伊澤栄一 (2013) 鳥類脳における磁気感覚を反映した神経活動 *生物の科学 遺伝* 67: 540-542. 査読なし

〔学会発表〕(計 13 件)

1. 松井大, 伊澤栄一 (2015) ハシブトガラスの移動標的捕捉中の頭部の前進及び回転運動の独立制御. 日本動物行動学会 第 34 回大会(11月20-22日, 東京海洋大学 品川キャンパス, 東京都・品川区)
2. 宮澤絵里, 浅場明莉, 大出みなみ, 茂木一孝, 菊水健史, 伊澤栄一 (2015) カラス非繁殖集団にみられた雌雄対称なストレス-順位相関. 日本動物行動学会 第 34 回大会(11月20-22日, 東京海洋大学 品川キャンパス, 東京都・品川区)
3. Matsui, H., Hunt, G., Ogihara, N., Izawa, E-I. (2015) Specialized bill morphology for tool use in Caledonian crows. The 75th Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology (9月10-12日, 日本女子大学, 東京都・文京区)
4. Miyazawa, E., Izawa, E-I. (2015) Effects of the presence of females on allopreening of young male crows. The 75th Annual Meeting of the Japanese Society for Animal Psychology (9月10-12日, 日本女子大学, 東京都・文京区)
5. 伊澤栄一 (2015) カラスの社会と認知と脳・身体. 第3回新・社会心理学コロキウム(5月8日, 東京大学 本郷キャンパス, 東京都・文京区)(招待講演)
6. 宮澤絵里, 伊澤栄一 (2014) ハシブトガラス若鳥集団における相互羽繕いの機能. 第33回日本動物行動学会 (11月1-3日, 長崎大学, 長崎県・長崎市)
7. 松井大, 伊澤栄一 (2014) ハシブトガラスの到達・把握運動の運動学的解析. 第33回日本動物行動学会 (11月1-3日, 長崎大学, 長崎県・長崎市)
8. 伊澤栄一 (2014) カラスを理解するための3つの視点: 社会・脳・身体. 0-5. 第2回カラスシンポジウム (11月1日, 宇都宮大学 峰キャンパス, 栃木県・宇都宮市)(招待講演)
9. 伊澤栄一 (2014) カラスにおける社会行動とその心理・神経基盤 第85回日本動物学会 シンポジウム“S10 動物の心の仕組みを探る”(9月11-13日, 東北大学 川内北キャンパス, 宮城県・仙台市)
10. Matsui, H., Izawa, E-I. (2014) Kinematic analysis of neck-reaching action in Large-billed crows (*Corvus macrorhynchos*). The 11th International Congress of Neuroethology. (8月28日-8月1日, 札幌コンベンションセンター, 北海道・札幌市)
11. Matsui, H., Izawa, E-I. (2014) Kinematics of neck-reaching in large-billed crows (*Corvus macrorhynchos*): A preliminary study. 第74回日本動物心理学会 (7月19-21日, 犬山国際観光センター フロイデ, 愛知県・犬山市)
12. Miyazawa, E., Izawa, E-I. (2014) Post-conflict redirected aggression and

bystander-initiated affiliation in large-billed crows (*Corvus macrorhynchos*). 第74回日本動物心理学会, (7月19-21日, 犬山国際観光センター フロイデ, 愛知県・犬山市)

13. 伊澤栄一 (2014) 社会生態と認知: カラス科鳥類を例として. 第61回日本生態学会大会 シンポジウム“認知生態学の夜明け”(3月15日, 広島国際会議場, 広島県・広島市)(招待講演)

〔図書〕(計 3 件)

1. 伊澤栄一 (2014) 誠信 心理学辞典(項目執筆; 進化 - 脳の進化), pp. 762-764.
2. 伊澤栄一 (2013) 平凡社 新版心理学辞典 (項目執筆; 学習 - 社会的学習), pp. 314-315.
3. 伊澤栄一 (2013) 化学同人 行動生物学辞典 (項目執筆; カラス, ハト), pp. 87-88, pp. 429.

〔その他〕

ホームページ等

<https://k-ris.keio.ac.jp/Profiles/122/0012163/profile.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊澤 栄一 (IZAWA EI-ICHI)

慶應義塾大学・文学部・准教授

研究者番号: 10433731