

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K07561

研究課題名(和文)トキの個性の維持機構とその適応的意義

研究課題名(英文)Maintenance mechanism of personality and its consequence in crested ibis

研究代表者

永田 尚志(NAGATA, Hisashi)

新潟大学・佐渡自然共生科学センター・教授

研究者番号：00202226

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)：多くの動物において、大胆さ、探索行動、攻撃性、探索行動の個体間変異などの個性を示す形質が知られていて、これらの個性を生じさせると候補遺伝子としてDRD4遺伝子がある。佐渡島で実施されているトキの再導入において、各個体を持つDRD4遺伝子多型が放鳥後の生存率に与える影響を解析した。トキのDRD4多型には4種類があり、特定のハプロタイプを持つ個体の生存率は低かった。このタイプを持つ個体は、放鳥後も放鳥場所近辺に留まり、採餌効率が低いため、新しい環境への適応能力が低いと考えられた。しかし、個性の個体間変異は、異なる状況では適応度が高くなる局面もあり、結果的に遺伝子多型が維持されていると推定された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

トキにおいても、DRD4遺伝子多型と採餌効率、生存率に関連が認められ、DRD4が個性形質に影響を与えていることが明らかになった。DRD4ハプロタイプIVを持つ個体は新規探索能力が低いため、初期生存率が低いと予想されるが、分散傾向が少ないので放鳥場所での定着は高まると考えられる。今後、他の個性形質と適応度の関係を理解することにより、生物が変動環境中で適応・進化していくうえで個性形質が行動にあたる重要性を明らかにすることが可能になる。個体のもつ特性によって放鳥方法や時期を変えることによって、全体の定着成功率を高め、最終的な再導入成功率を高める方策を採用することが可能となるであろう。

研究成果の概要(英文)：Personality is defined as a behavioral difference among individuals. The dopamine receptor D4 (DRD4) has been identified as a candidate gene of personality in many birds. Reintroduction program of crested ibis has been implemented in Sado Island since 2008. The Japanese population of crested ibis have only 4 haplotypes (I-IV). The relationship between DRD4 polymorphism and behavioral traits has been analyzed in the captivity and after releasing into the wild. Individuals with DRD4 haplotype IV showed higher mortality than the rest of haplotypes in crested ibis. Individuals with DRD4 haplotype IV had lower foraging efficiency and stayed near the release site. This result suggests that DRD4 polymorphism is related to the ability of novel seeking and dispersion after the release. Though DRD4 IV have lower fitness just after the release, it will have an advantage in stable environments. Then, there might be no difference in fitness throughout the life of ibis.

研究分野：動物生態学

キーワード：個性 DRD4遺伝子多型 生存率 分散 新規開拓性 採餌行動

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

個性の発達、個体の置かれている状況や学習による行動発達といった後天的な要因と、遺伝子のような先天的な要因が組み合わさって生じると考えられる。最近、これらの個性を生じさせる候補遺伝子としてドーパミン受容体 D4 (DRD4) の多型が注目されてきている。シジュウカラでは探索行動の性質や臆病さ (Korsten ら, 2010, *Mol. Ecol.* 19:832, Timm ら, 2015, *Beh. Eco. Sociobiol.* 69:729-735) が、オウゴンチョウでは新規順応性 (Mueller ら, 2014, *Mol. Ecol.* 23:2876) が、オオフラミンゴでは成長速度 (Mark ら 2012: *Mol. Ecol.* 21:4024-4037) などが、DRD4 遺伝子多型と関連することが報告されている。最近、シジュウカラでは DRD4 遺伝子で発現する臆病さに雌雄差があることも報告されている (Timm ら 2015: *Beh. Eco. Sociob.* 69-729-735)。さらに、個性の変異は、生態的および進化的な振る舞いの引き金となり、種分化や群集構造にも影響を与える可能性があることも指摘されている (Wolf & Weissing, 2012, *Trend. Evol. Ecol.* 27:452)。

### 2. 研究の目的

佐渡島では 2008 年からトキの再導入事業が実施されている。これまでのトキの放鳥個体の研究により、佐渡島において放鳥されたトキには、人や車に対する警戒特性、放鳥後の分散傾向、および、特定地域への執着性などに、個体変異、すなわち個性があることがわかっている (Nagata & Yamagishi 2013, Endo & Nagata 2012, 永田 2012)。また、トキの放鳥個体の飼育履歴や遺伝子試料の大部分が残っているため、個性が放鳥個体の適応度に与える影響を研究するために好適な材料が揃っている。本研究では、これらの資料や履歴情報を用いて、大胆さや臆病さ、分散行動等の個性形質と関連していると考えられる DRD4 遺伝子多型とトキの行動特性 (=個性) との関連性を解明し、それらが放鳥後の個体の生存などの適応度に与える影響を解明することを目的としている。

### 3. 研究の方法

Komatsu ら (2014) により、トキの DRD4 遺伝子の保存領域配列には、9カ所の部位で7つの SNP 多型と2つの挿入欠失変異が見つかっていて、4種類の DRD4 遺伝子多型が確認され、簡便な解析法も開発済みである。本研究は、既放鳥個体で得られている飼育履歴や生態情報を整理すると同時に、試料が残っている既放鳥個体の DRD4 遺伝子多型を解析した。また、毎年 30 羽程度放鳥される予定の新規放鳥個体については、新既放鳥個体の放鳥前後の行動の相関解析をみるために、放鳥訓練中の飼育ケージ内の行動を記録し、行動パターンを類型化し、個体特性 (個性) を識別し、放鳥後の適応度との関係を解析した。さらに、放鳥後の分散、警戒、採餌行動を記録し、個性との関連性を分析した。放鳥半年後の生存率に影響を与える行動特性を明らかにした。DRD4 多型、飼育下の行動特性、放鳥後の行動、適応度の関連性をと統計モデル (GLM) を用いて解析することで、個性に影響を与える遺伝学的特性、行動学的・生態学的要因を解明し、個性と変動環境下での適応度の関係から進化的・適応的意義を考察した。

### 4. 研究成果

第1回～第15回放鳥までに放鳥された197羽のうち、97羽は死亡していた。この期間の放鳥後1年間の死亡率は33%で、その1/4は放鳥後4週間以内に死亡していた。本研究では、大胆さや臆病さ、分散行動等の個性形質と関連していると考えられる DRD4 遺伝子多型とトキの個性との関連性を解明し、その個性が放鳥後の個体の生存などの適応度に与える影響を解析した。これら4種類の DRD4 多型のうち、ハプロタイプ I および II 型の遺伝子頻度は低いため各ハプロタイプの生存

率は評価できないが、ハプロタイプ 1- 型をもつ個体をまとめると生存率は 70%と比較的高かったのに対して、ハプロタイプ 型を持つ個体の生存率は低かった。ハプロタイプ 型を持つ個体は、順化訓練中には給餌されていない池への関心が低く、なかなか利用しなかった。また、放鳥後も放鳥場所から分散せず放鳥場所近くに留まる傾向が強かった。また、放鳥直後の採餌効率を比べてみると、ハプロタイプ 型を持つ個体の採餌頻度は低い傾向があり、新しい環境への適応能力(新規性と探索能力)が低いと考えられた。また、トキの再導入個体群では、飼育下での育雛履歴、発症履歴が放鳥後の定着成功に影響することがわかった。本研究により DRD4 多型が新規性や分散などの個性形質に関連していて、放鳥直後の定着成功に影響を与える可能性が示唆された。しかし、このような個性の個体間変異は、異なる状況では適応度が高くなる局面もあり、結果的に遺伝子型間で適応度に差が生じないため、遺伝子多型が維持されていると推定された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 永田尚志	4. 巻 770
2. 論文標題 野生復帰から10年でみえてきた放鳥トキの生態	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 国立公園	6. 最初と最後の頁 8-11
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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 H.Nagata, T.Yuta, M.Takahashi, H.Nakatsu
2. 発表標題 Post-release survival and future population growth of re-introduced crested ibis in Japan
3. 学会等名 2nd International Wildlife Reintroduction Conference（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永田尚志・中津 弘・湯田照秋
2. 発表標題 人口減少の進む佐渡島におけるトキの再導入個体群の将来予測
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 H.Nagata, T.Yuta, H.Nakatsu, M.Takahashi
2. 発表標題 Which factors affect post-release survival of crested ibis on Sado Island, Japan?
3. 学会等名 27th International Ornithological Congress（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 油田照秋, 中津弘, 岡久雄二, 永田尚志
2. 発表標題 トキにおける放鳥個体と野生生まれ個体の繁殖成績の比
3. 学会等名 第65回日本生態学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H.Nagata, T.Yuta, M.Takahashi, H.Nakatsu
2. 発表標題 Post-release survival and future population growth of re-introduced crested ibis in Japan.
3. 学会等名 2nd International Wildlife Reintroduction Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永田尚志
2. 発表標題 トキの再導入はどこまで達成したのか?
3. 学会等名 2018年度日本鳥学会公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永田尚志, 池乗乃智, 山田宜永, 油田照秋, 高橋雅雄
2. 発表標題 トキのDRD4遺伝子多型が放鳥後の生存に与える影響について
3. 学会等名 KOUDOU2017 日本動物行動関連学会・研究会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永田尚志
2. 発表標題 佐渡における放鳥トキの定着と再導入個体群の将来
3. 学会等名 システム農学会2017年度春季大会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nagata, H., Yuta, T., Nakatsu, H., Takahashi, M.
2. 発表標題 Which factors affect post-release survival of crested ibis on Sado Island, Japan?
3. 学会等名 27th International Ornithological Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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
研究協力者	山田 宜永  (Yamada Takahisa)	新潟大学・自然科学研究科・教授	遺伝解析の協力

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------