

令和 3 年 4 月 15 日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K19266

研究課題名（和文）共喰いの分子基盤の解明

研究課題名（英文）Molecular basis on cannibalism

研究代表者

新村 毅（Shimmura, Tsuyoshi）

東京農工大学・（連合）農学研究科（研究院）・准教授

研究者番号：50707023

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、動物界において広く報告されている共喰いの分子基盤を明らかにすることを目的とした。我が国が有するニワトリバイオリソースの大規模な表現型解析を実施、同一品種の中にも共喰いの程度が異なる集団を発見し、それらの集団を用いて次世代シーケンシングによる全ゲノムとRNA-seqの統合的解析を実施し、共喰いを規定している候補遺伝子の抽出と、その分子メカニズムを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

21世紀以降、家畜福祉（アニマルウェルフェア）はグローバルスタンダードとなり、ニワトリ用のケージ飼育が世界的に禁止となり、広い空間に数千羽以上を放し飼いにする管理方法への移行が始まっている。しかしながら、そこではニワトリ同士の共喰いが多発するため、この問題行動の遺伝的制御が世界的な課題となっている。本研究は、この課題を遺伝的に解決するための基盤を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify the molecular basis of cannibalism that is widely reported in the animal kingdom. We conducted a large-scale phenotypic analysis of Japanese chicken bioresources, discovered populations showing different frequency of cannibalism in the same breed, and used these populations to integrate the whole genome and RNA-seq by next-generation sequencing. Finally, we clarified the candidate genes and their molecular mechanism that regulate cannibalism.

研究分野：システム行動生物学

キーワード：共喰い カニバリズム 全ゲノムシーケンシング 集団ゲノム解析 RNA-seq

1. 研究開始当初の背景

21世紀以降、家畜福祉(アニマルウェルフェア)はグローバルスタンダードとなり、欧米・豪州では、単調な環境であるニワトリ用のケージ飼育を廃止するという法律を施行しており、広い空間に放し飼いにする非ケージシステムへの移行が始まっている。しかしながら、数千羽以上をグループ飼育する非ケージシステムでは、ニワトリ同士の共喰いが多発し(右写真)、死亡率が著しく増加することが明らかになっている(Shimmura et al. British Poultry Science 2010)。この行動は不可逆的で、一度仲間を食べることを学習した個体は仲間を食べ続け、さらに他個体も学習するため集団内で伝播して行く。この問題行動は、孵化直後に嘴を切る操作などにより減少できることがわかったが(Shimmura et al. Animal Science Journal 2006)、体の切除を伴う操作は法的に禁止されたため、共喰いという問題行動の遺伝的制御が世界的な課題となっている。動物の共喰いは、無脊椎動物の他、魚類から霊長類、古代人、現代人に至るまで、1,500種以上の動物で確認されているものの、共喰いの制御機構はあらゆる生物において未解明であり、家畜の共喰いは非適応的で生産性を大きく損なう問題行動である。

2. 研究の目的

本研究では、共喰いを増減させる要因を特定した一連の研究を基盤とし、次世代シーケンサーを用いたゲノムワイドな解析の組み合わせにより共喰いの制御遺伝子を同定する。これにより、共喰いの分子制御機構を世界で初めて明らかにすると共に、年間数兆円を越す大きな経済損失を招いている問題行動の育種基盤を構築する。

3. 研究の方法

実験1)ゲノム解析(集団遺伝学的解析) 集団遺伝学は、全ゲノム解析技術の革新により大きな発展を遂げている手法であり、交配を必要とせず、高解像度で原因遺伝子の実体に到達するものであり、遺伝的に多様な状態で100年以上交配が蓄積されているニワトリにおいて最大の効果を発揮する。全国のニワトリ品種の調査から、様々な地域で独立して維持されている相同なゲノムを持つ同一品種の中でも、共喰いの頻度が大きく異なることが明らかになり、これは集団遺伝学を適用するのに最適な材料と言える。そこで、DNAを用いた全ゲノムシーケンスを実施し、BWA-GATK-VCFtoolを用いた集団遺伝学的解析を行うことで、共喰いを支配している遺伝子の候補を抽出する。

実験2)網羅的遺伝子発現解析(RNA-seq) 共喰いをしている個体・していない個体の脳内中枢を用いて、RNA-seqによる遺伝子発現解析を実施する。得られたデータは、

Tophat-Cufflinks を用いて解析し、候補遺伝子を抽出する。

4. 研究成果

まず、我が国が有するニワトリバイオリソースの大規模な表現型解析を実施し、同一品種の中にも共喰いの程度が異なる集団を発見した。続いて、それらの集団の各個体から血液を採集し、DNA を抽出し、それをを用いて次世代シーケンスによる全ゲノムと RNA-seq を実施した。このゲノム解析と機能ゲノム解析の統合的解析により、共喰いを規定している候補遺伝子の抽出と、その分子メカニズムを明らかにした。すなわち、ヒトにおいて突発的暴力性に関わると報告されている遺伝子が、ニワトリの共喰いをも制御している可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Shimmura Tsuyoshi, Tamura Mai, Ohashi Shosei, Sasaki Asuka, Yamanaka Takamichi, Nakao Nobuhiro, Ihara Kunio, Okamura Shinsaku, Yoshimura Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Cholecystokinin induces crowing in chickens	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-40746-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nakayama Tomoya, Shimmura Tsuyoshi, Shinomiya Ai, Okimura Kousuke, Takehana Yusuke, Furukawa Yuko, Shimo Takayuki, Senga Takumi, Nakatsukasa Mana, Nishimura Toshiya, Tanaka Minoru, Okubo Kataaki, Kamei Yasuhiro, Naruse Kiyoshi, Yoshimura Takashi	4. 巻 3
2. 論文標題 Seasonal regulation of the lncRNA LDAIR modulates self-protective behaviours during the breeding season	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Ecology & Evolution	6. 最初と最後の頁 845 ~ 852
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41559-019-0866-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nakane Yusuke, Shinomiya Ai, Ota Wataru, Ikegami Keisuke, Shimmura Tsuyoshi, Higashi Sho-Ichi, Kamei Yasuhiro, Yoshimura Takashi	4. 巻 14
2. 論文標題 Action spectrum for photoperiodic control of thyroid-stimulating hormone in Japanese quail (<i>Coturnix japonica</i>)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 845-852
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0222106	査読の有無 有
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 -
1. 著者名 Morris KM, Hindle MM, Boitard S, Burt DW, Danner AF, Eory L, Forrest HL, Gourichon D, Gros J, Hillier L, Jaffredo T, Khoury H, Leterrier C, Loudon A, Mason AS, Meddle SL, Minvielle F, Minx P, Pitel F, Seiler JP, Shimmura T, Tomlinson C, Vignal A, Webster RG, Yoshimura T, Warren WC, Smith J	4. 巻 18
2. 論文標題 The quail genome: insights into social behaviour, seasonal biology and infectious disease response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Biology	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12915-020-0743-4	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Shimmura Tsuyoshi, Tamura Mai, Ohashi Shosei, Sasaki Asuka, Yamanaka Takamichi, Nakao Nobuhiro, Ihara Kunio, Okamura Shinsaku, Yoshimura Takashi	4. 巻 9
2. 論文標題 Cholecystokinin induces crowing in chickens	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-40746-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakayama Tomoya, Shimmura Tsuyoshi, Shinomiya Ai, Okimura Kousuke, Takehana Yusuke, Furukawa Yuko, Shimo Takayuki, Senga Takumi, Nakatsukasa Mana, Nishimura Toshiya, Tanaka Minoru, Okubo Kataaki, Kamei Yasuhiro, Naruse Kiyoshi, Yoshimura Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Seasonal regulation of the lncRNA LDAIR modulates self-protective behaviours during the breeding season	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Ecology & Evolution	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41559-019-0866-6	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 Shimmura Tsuyoshi, Nakayama Tomoya, Shinomiya Ai, Yoshimura Takashi	4. 巻 260
2. 論文標題 Seasonal changes in color perception	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 General and Comparative Endocrinology	6. 最初と最後の頁 171 ~ 174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ygcen.2017.12.010	査読の有無 有
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3件(うち招待講演 3件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Shimmura T
2. 発表標題 Toward Animal Computer Interaction
3. 学会等名 The 14th International Conference on Environmental Enrichment (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shimmura T
2. 発表標題 Toward multi-level understanding of innate vocalization in chickens
3. 学会等名 Songbird workshop 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新村毅
2. 発表標題 鳥類の先天的発声の制御機構：集団・個体・遺伝子発現・ゲノム
3. 学会等名 第43回日本比較内分泌学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室HP https://tsuyoshishimmura.wixsite.com/website-1
--

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

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
---------	---------