

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23658161

研究課題名(和文)個性が群れをつくる：イカ類の行動遺伝子の探索

研究課題名(英文)Genetic analysis of social behavior in squids

研究代表者

村山 美穂 (Murayama, Miho)

京都大学・野生動物研究センター・教授

研究者番号：60293552

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、発達した感覚・神経系を持ち、群れという機能的な社会システムを作るイカ類の行動の個体差、すなわち個性に注目し、その背景となる遺伝子の探索を目指した。アオリイカを飼育して個体ごとの社会行動を評価し、それらの個体の遺伝子型判定を行い、ホタルイカ、スルメイカとも比較した。マイクロサテライト、ミトコンドリアDNAにおいて、地域差や個体差が認められ、行動データとの関連も見いだされた。本研究により個体の行動に関与する遺伝子が存在する可能性が示された。今後は候補遺伝子を探索し、遺伝子型を選抜指標として、資源管理や養殖技術開発への応用をはかる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we surveyed genetic background of the individual difference in behavior namely "personality" within a social group of oval squids. Captive group-living squid were identified by marking and their behaviors were recorded. DNA was extracted from tissue samples. Microsatellite genotyping and mitochondrial DNA sequencing were conducted to compare with behavior data. We found that specific behavior traits such as boldness or activity were characteristic in regional groups. Based on the current result we will survey candidate genes which can be the target of selection for resource management and technical development for breeding.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：社会行動 遺伝子 イカ タコ 水産資源

#### 1. 研究開始当初の背景

イカ類、タコ類を含む頭足類は、発達した感覚・神経系を持ち、認知、学習機能に優れ、「海の霊長類」とも呼ばれている。イカ類は大小規模の群れを作るが、それらは真社会性昆虫に見られるような没个性的に機能分業された血縁集団とは異なり、個体ごとに様々な行動の違いが見られる個性集団と捉えることができる。実際に、飼育下のイカ類でも、攻撃性や新奇追求性に関わると思われる行動の個体差は顕著に見られ、行動評価も試みられているが、これまで頭足類を含む無脊椎動物では、このような行動変異について遺伝子レベルでの解析は行われていない。頭足類の神経活動には、脊椎動物と同様にドーパミンやセロトニンが関与することが知られている。そこで、イカ類をはじめとする頭足類で、個性行動に関与する遺伝子を探索し、脊椎動物と比較することを発想した。

#### 2. 研究の目的

本研究では、発達した感覚・神経系を持ち、群れという機能的な社会システムを作るイカ類の行動の個体差、すなわち個性に注目し、その背景となる遺伝子の探索を目指した。重要な水産資源であるイカ類、タコ類の行動特性の原因遺伝子を解明することができれば、ストレス抵抗性個体の選抜により、現在困難な養殖への道を開くことが期待できることから、近年深刻化する海洋生物資源の減少と将来における食料確保への不安に対しても有効な可能性を提示できる。

#### 3. 研究の方法

沖縄島由来のアオリイカ 25 個体 (雄 14 個体、雌 11 個体、70-74 日齢) を飼育して個体ごとの社会行動を評価し、それらの個体の遺伝子型判定を行い、野外より得たホタルイカ、スルメイカ、および対馬由来のアオリイカとも比較した。

行動評価：行動実験を行って、アオリイカ個体の性格の客観的な評価法を検討した。具体的には、初めて見る鏡や物体など新奇な物に興味を示す程度、飼育者に水を吹きかけるといった攻撃性の程度、群れにおける順位やネットワークでの位置付け (ハブ個体、周辺個体など) をもとに Shy, Bold 等の性格の評価基準を作成した。

遺伝子解析：行動データのある個体からそれぞれ DNA を抽出し、マイクロサテライトマーカー 5 種類の型判定、および mtDNA の COI 領域の塩基配列の決定を行った。

#### 4. 研究成果

マイクロサテライト解析の結果、1 種類のマーカーでアオリイカ集団内に多型が認められた。また、mtDNA の COI 領域の塩基配列を解析した結果、沖縄島由来のアオリイカでは、3 種類のハプロタイプ、H1, H2, H3 が確認され、対馬由来の個体では異なるタイプ、

H4 がみられた。

沖縄島由来のアオリイカ飼育集団については、順位およびソーシャルネットワークにおける中心度合いを分析した。マイクロサテライトで他個体と異なるアリルが見られた 1 個体は、体サイズが 2 番目に大きかった。COI 領域のハプロタイプ H2 を有する個体は、体サイズが大きく、順位と中心度合いが高い傾向が見られた。以上から、アオリイカでは、社会関係を維持する上での行動の違いに遺伝的背景が関わっている可能性が示唆された。

本研究により個体の行動に関与する遺伝子が存在する可能性が示された。今後は候補遺伝子を探索し、遺伝子型を選抜指標として、資源管理や養殖技術開発への応用をはかる。

#### 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 10 件)

杉本親要、池田譲、井上-村山美穂：イカ類にみる社会行動の遺伝的背景解明へ向けた基盤作り DNA 多型 21: 108-111, 2013.

Kobayashi S, Takayama C, Ikeda Y: Distribution of glutamic acid decarboxylase immunoreactivity within the brain of oval squid *Sepioteuthis lessoniana*. *Aquatic Biology*, 19: 97-109, 2013. doi:10.3354/ab00525

Sugimoto C, Yanagisawa R, Nakajima R, Ikeda Y: Observations of schooling behaviour in the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* in coastal waters of Okinawa Island. *Marine Biodiversity Records*, 6, e34. 2013. doi:10.1017/S1755267213000067

Kobayashi S, Takayama C, Ikeda Y: Ontogeny of the brain in oval squid *Sepioteuthis lessoniana* (Cephalopoda: Loliginidae) during the post-hatching phase. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 93 (6): 1663-1671, 2013. doi:10.1017/S0025315413000088

Abe H, Hayano A, Inoue-Murayama M. Forensic species identification of large macaws using DNA barcodes and microsatellite profiles. *Mol Biol Rep*. 39:693-699, 2012. doi:10.1007/s11033-011-0787-1

Abe H, Watanabe Y, Inoue-Murayama M: Genetic variation in the C-terminal domain of arginine vasotocin receptor in avian species. *Gene* 494:174-180, 2012. doi:10.1016/j.gene.2011.12.019

Sugimoto C, Ikeda Y: Ontogeny of schooling behavior in the oval squid *Sepioteuthis lessoniana*. *Fisheries*

Science, 78: 287-294, 2012. doi: 10.1007/s12562-011-0464-2  
Ramadan S, Abe H, Hayano A, Yamaura J, Onoda T, Miyake T, Inoue-Murayama M: Analysis of genetic diversity of Egyptian pigeon breeds. The Journal of Poultry Science 48: 79-84, 2011. doi:10.2141/jpsa.010109  
Konno A, Inoue-Murayama M, Hasegawa T.: Androgen receptor gene polymorphisms are associated with aggression in Japanese Akita Inu. Biol Lett. 7(5):658-660, 2011 doi: 10.1098/rsbl.2011.0087  
Hong KW, Weiss A, Morimura N, Udono T, Hayasaka I, Humle T, Murayama Y, Ito S, Inoue-Murayama M: Polymorphism of the tryptophan hydroxylase 2 (TPH2) gene is associated with chimpanzee neuroticism. PLoS One. 2011; 6:e22144. doi:10.1371/journal.pone.0022144

[学会発表](計 21件)

池田譲: その「こゝろ」イカに聞け. 大阪市立大学大学院理学研究科第8回動物社会学研究会/自然誌機能生物学ゼミナール (招待講演) 2014年2月8日(大阪)

池田譲: Primate in ocean: social recognition of squid. The 9th Inuyama Comparative Social Cognition Symposium (招待講演) 2014年1月11日(犬山)

池田譲: イカの心を読む. 公益財団法人水産無脊椎動物研究所 設立25周年記念シンポジウム「無脊椎動物に心はあるか?」(招待講演) 2013年10月20日(東京)

池田譲, 杉本親要: アオリイカの生物学 6. 行動と社会性, 日本水産学会平成25年秋季大会シンポジウム「アオリイカの生物学と漁業技術の進歩」 2013年9月22日(三重)

村山美穂, 伊藤英之, 木下こづえ: 飼育施設と連携した試料の保存と活用 第19回日本野生動物医学会 自由集会「野生動物ゲノム細胞研究の最前線」2013年8月31日(京都)

村山美穂: 次世代シーケンサーによる野生動物研究の新展開. 野生動物研究センター 共同利用研究会 「次世代シーケンサーの有効活用」 2013年5月20日(京都)

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 分子生物学会35回大会 ワークショップ、2012年12月11日(福岡)

伊藤英之, 早野あづさ, 坂本英房, 井上-村山美穂: 絶滅危惧種グレビーシマウマにおける次世代シーケンサーを用いたマイクロサテライトマーカーの開発

DNA多型学会 2011年12月1日(横浜)  
堀裕亮, 尾崎太寿, 伊藤慎一, 山田善光, 井上-村山美穂: 対州馬におけるドーパ

ミン受容体D4遺伝子の解析 動物遺伝育種学会2011年11月18日(広島)

杉本親要, 池田譲, 井上-村山美穂: イカ類にみる社会行動の遺伝的背景解明へ向けた基盤作り 日本DNA多型学会 2012年11月9日(京都)

池田譲: 知という生き方を覗く~イカ資源の保護・管理に向けて~ 平成24年度北薩地区市町・漁協等職員研修会(招待講演) 2012年06月14日(鹿児島)

池田譲: 艶やかな知者 - イカの社会と「わたし」と - 第148回 情報処理学会研究会(招待講演) 2012年06月01日~2012年06月01日 沖縄産業支援センター(沖縄)

Saki Yasui, Akitsugu Konno, Masayuki Tanaka, Gen'ichi Idani, Miho Inoue-Murayama: Personality assessment and factors influencing personality in captive elephants. 2011 International Elephant and Rhino Conservation and Research Symposium 2011年10月10-14日 2011, Rotterdam, The netherland

Miho Inoue-Murayama, Christopher Adenyo, Azusa Hayano, Princess K. Botchway, Millicent Amekugbe, Erasmus H. Owusu, Boniface B. Kayang: Study of genetic diversity for wildlife conservation Special Seminar: Conservation and Sustainable Use of Ghanaian Wildlife: Report of Research in Japan and Future Plan 2011年10月6日(アクラ、ガーナ)

Hideaki Abe, Azusa Hayano, Miho Inoue-Murayama: A Combined Method for Identifying Large Macaws Based on DNA Barcodes and Microsatellite Profiles. The 8th International Conference on Behaviour, Physiology and Genetics of Wildlife 2011年9月21-24日(Berlin, Germany)

村山美穂: イヌの性格を遺伝子から知る 公開シンポジウム イヌを学ぶ、イヌに学ぶ Animal 2011 2011年9月11日(招待講演)

井上-村山美穂, 井上英治, 加藤和実, Linda Vigilant, Katerina Guschanski, 村山裕一, 山極壽一: ゴリラの性格関連遺伝子の多様性. 第27回日本霊長類学会大会 2011年7月19日(犬山)

Saki Yasui, Akitsugu Konno, Masayuki Tanaka, Gen'ichi Idani, Miho Inoue-Murayama: The relationship between personality and behaviors in captive elephants. The 5th International Symposium of Biodiversity&Evolution gCOE, 2011年7月9 10日、京都

安井早紀, 今野晃嗣, 田中正之, 伊谷原一, 井上-村山美穂: ゾウの性格評定方法の検討. ヒトと動物の関係学会第17回学術大会、2011年6月12日(東京)

Miho Inoue-Murayama: Our collaboration activity in Ghana and Japan. Special Seminar: Conservation and Sustainable Use of Ghanaian Wildlife: Research Report and Plan for This Year. 2011年6月8日 (京都)

- ②1 Yusuke Hori, Akiko Takaoka, Ayako Morisaki, Miho Inoue-Murayama and Kazuo Fujita Cultural differences between dog owners: questionnaire survey in Japan, Germany, and Ghana. Special Seminar: Conservation and Sustainable Use of Ghanaian Wildlife: Research Report and Plan for This Year. 2011年6月8日 (京都)

〔図書〕(計 3件)

村山美穂: 動物の性格を遺伝子から知る. 平成25年度総合博物館企画展「海」実行委員会 編: WAKUWAKU ときめきサイエンスシリーズ4 京都通信社 (京都) pp.190-192, 2013 (共著)

村山美穂: DNA Zoo から見えること. 阿形清和、森哲 (監修) 井上敬、高井正成、高林純示、船山典子、村山美穂 (編): 生き物たちのつづれ織り 下 京都大学学術出版会 (京都) (ISBN978-4-87698-243-1), pp.175-185, 2012 (共著)

村山美穂: 霊長類の行動遺伝学. 小出剛、山元大輔 (編): 行動遺伝学入門 - 動物とヒトの”こころ”の科学 - . 裳華房 (東京) (ISBN978-4-7853-5847-1), pp.150-160, 2011 (共著).

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

村山研究室 <http://miho-murayama.sakura.ne.jp/>

池田研究室

[http://w3.u-ryukyu.ac.jp/ceph\\_lab/index.html](http://w3.u-ryukyu.ac.jp/ceph_lab/index.html)

6. 研究組織

(1)研究代表者

村山 美穂 (Murayama Miho)

研究者番号: 60293552

(2)研究分担者

池田 譲 (Ikeda Yuzuru)

研究者番号: 30342744