

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2012～2013

課題番号：24870006

研究課題名(和文) 甲虫の武器進化に関わる遺伝子の生態発生的研究

研究課題名(英文) Ecological-Developmental study on evolution of coleopteran weapon

研究代表者

岡田 泰和 (Yasukazu, Okada)

東京大学・総合文化研究科・助教

研究者番号：10638597

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：性選択が角や大顎のような武器形質の進化の原動力にあることがわかってきた一方で”どのような遺伝子が武器形態の進化に関わっているのか”という形態発生や遺伝的メカニズムはブラックボックスのままである。本研究ではオオツノコクヌストモドキという甲虫を用いてオス特異的な大顎の巨大化や角の形成のメカニズムを探っている。高速シーケンサーによるmRNAの配列の決定およびRNAiによる遺伝子ノックダウンによって、広い生物群で栄養条件を形態形質に変換するインスリン経路や、細胞のレベルで遺伝子発現を調節するエピジェネティック因子の重要性が示唆されている。

研究成果の概要(英文)：The molecular-developmental mechanism of exaggerated morphology (i.e. weapons & ornaments) are investigated in horned flour beetle. Next generation sequencing and following RNAi-based gene-knockdown implied that several genes are involved in the plastic regulation of weapon sizes.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学，生態・環境

キーワード：表現型可塑性 性選択 誇張形質

1. 研究開始当初の背景

性選択が角や大顎のような形質（武器形質・誇張形質）の進化の原動力にあることがわかってきた一方で”どのような遺伝子が武器形態の進化に関わっているのか”という形態発生や遺伝的メカニズムはブラックボックスに押しやられたままである。本研究ではおもにオオツノコクヌストモドキという甲虫を用いてオス特異的な大顎の巨大化や角の形成のメカニズムを探っている。対象種オオツノコクヌストモドキはクワガタのような巨大化した大顎やツノを持つが、その発生遺伝学的背景は未知であった。

2. 研究の目的

上記の武器発達の発生遺伝学的メカニズムを解明すべく、遺伝学的手法をもちいて、候補遺伝子の配列決定及び機能解析を行う。

3. 研究の方法

高速シーケンサーによる発現遺伝子(mRNA)の配列決定および、RNAiによる遺伝子ノックダウン。

4. 研究成果

(1) 本種において幼虫が蛹になる際に高密度下で発生プロセスが抑制を受けることが知られていたが、詳細は不明であった。我々は、幼虫の密度依存的に蛹化の抑制が生じ、さらにガラスビーズの物理的衝撃でさえ蛹化を抑える効果を見出した(図1, 2)、これらは発生過程をコントロールする上で重要な知見であり、実験下での蛹化誘導系を確立したといえる。

図1

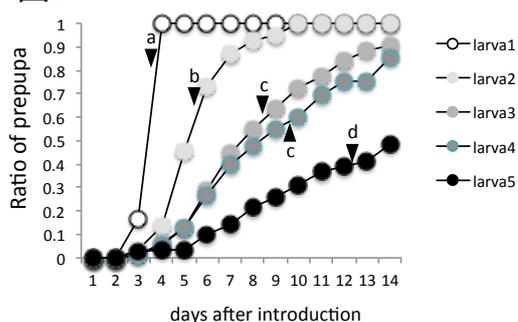
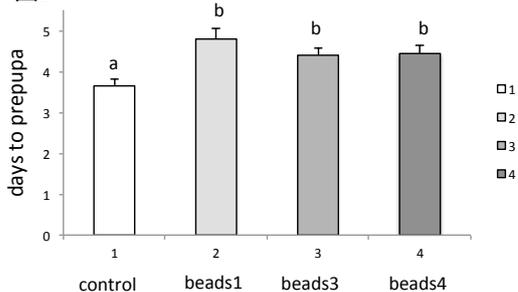
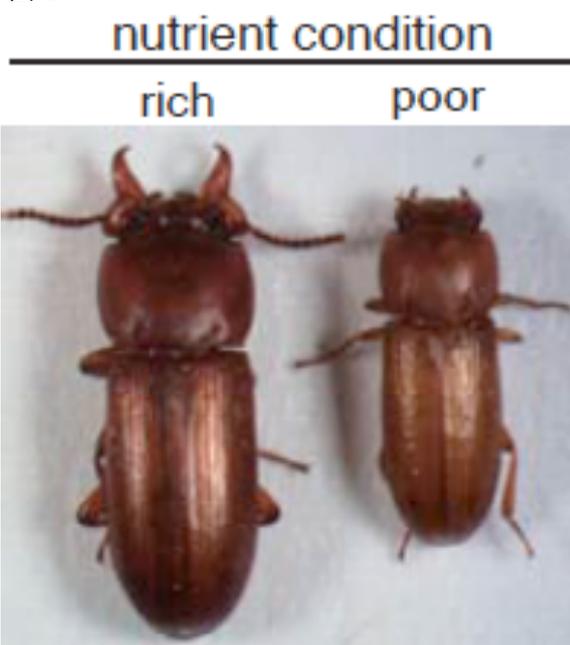


図2



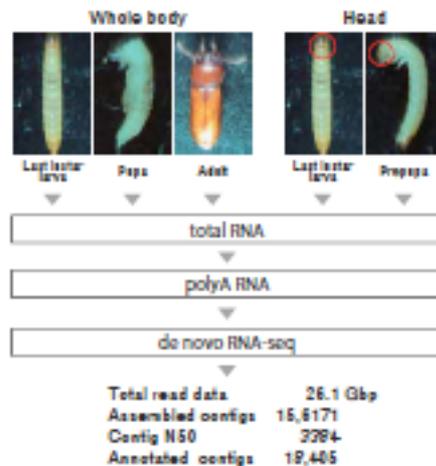
(2) 栄養条件のバラつきによって武器サイズのバリエーションが出てくるのがいくつかの種で知られているが、本種においても人為誘導系を確立した。重さが異なる終齢幼虫を単独に隔離することで、上述のように蛹化を誘導できた。幼虫重量を4-5mgの閾値で分けることで、大型のオスと小型のオスを効率的に作出することができるようになった(図3)。

図3



(3) 発生過程での遺伝子解析においてはこれまでに、Hi-Seq2000によるRNA-seqを行い、約15万コンティグ(配列断片)を得ており、主要な遺伝子の配列を明らかにした(図4)。

図4



(4) RNAi による遺伝子ノックダウンから、いくつかの遺伝子が武器のサイズに関与することを明らかにした。とりわけ、広い生物群で栄養条件を形態形質に変換するインスリン経路や、細胞のレベルで遺伝子発現を調節するエピジェネティック因子が形態形成に影響することがわかってきた (図 5, 6)。

図 5

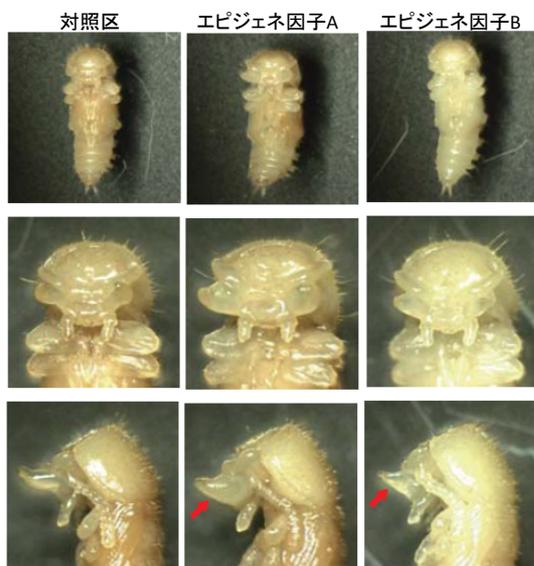


図 6



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 4 件, すべて査読付き)

1) Sexually-dimorphic body color is regulated by sex-specific expression of yellow gene in the ponerine ant, *Diacamma* sp.

Miyazaki S, Okada Y, Miyakawa H, Tokuda G, Cornette R, Koshikawa S, Maekawa K, Miura T.

PLoS ONE (2014) 9(3): e92875

2) Male Courtship Behavior and Weapon Trait as Indicators of Indirect Benefit in the Bean Bug, *Riptortus pedestris*.

Suzuki Y, Katsuki M, Miyatake T, Okada Y.

PLoS ONE (2013) 8(12): e83278. doi:10.1371/journal.pone.0083278

3) Morphological variability of intercastes in the ant *Temnothorax nylanderii*: pattern of trait expression and modularity.

Okada Y, Plateaux L, Peeters C.

Insectes Sociaux (2013) 60: 319-328

4) Soldier morphogenesis in the damp-wood termite is regulated by the insulin signaling pathway.

Hattori A, Sugime Y, Sasa C, Miyakawa H, Ishikawa Y, Miyazaki S, Okada Y, Cornette Y, Corley L, Emlen DJ, Miura T.

Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution (2013) 320: 295-306

[学会発表] (計 2 件)

1) Epigenetic regulation of morphological plasticity in the broad-horned flour beetle.

Takane Ozawa, Tomoko Mizuhara, Yasukazu Okada, Teruyuki Niimi, Kensuke Okada, Kazuto Kugo, Kunihiro Ohta.

アメリカ細胞生物学会(ASBC)
New Orleans

2) 武器甲虫の武器形質形成におけるエピゲノム制御

小澤高嶺 水原誠子 岡田泰和 久郷和人
太田邦史
日本進化学会
筑波大学

[図書] (計 0 件)

[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

<http://purpleandorange.jimdo.com>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡田泰和 (Yasukazu Okada)
東京大学・大学院総合文化研究科・助教
研究者番号：10638597

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：