

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 5 日現在

機関番号：11301
 研究種目：基盤研究(B)
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21370007
 研究課題名（和文）グッピーの色覚多型の維持機構の解明：雄体色と雌選好性多型と関連づけて
 研究課題名（英文）Mechanisms for maintenance of color vision polymorphism :with relation of male body colors and female choice
 研究代表者
 河田 雅圭 (KAWATA, MASAKADO)
 東北大学・大学院生命科学研究科・教授
 研究者番号：90204734

研究成果の概要（和文）：

TrinidadとTobagoの野外13集団において、LWS遺伝子の4遺伝子座、SWS1, RH1 遺伝子座、比較参照遺伝子として、核DNAの8領域の配列を決定した。その結果、LWS遺伝子のFSTの値は、参照DNAに比べて有意に大きく、集団によって異なるDivergent Selectionが働きLWS遺伝子の異なる配列が維持されている可能性が示された。また、LWS2の配列変異が、オプシン遺伝子の発現量の変異に影響し、それが光感受性に関係していることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

We determined the sequences of four LWS loci, SWS1, RH1 and 8 nuclear reference genes. The results showed that FST values among different populations were significantly larger than those of the reference genes. This indicates that the polymorphism of LWS genes could be maintained by divergent selection. In addition, we found that differences in the sequences for LWS2 caused difference in gene expression levels of LWS2 genes.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2010年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2011年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：進化生態学

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：オプシン、色覚遺伝子、遺伝的多様性、多型維持、性選択

1. 研究開始当初の背景

グッピーは、色覚の変異が存在し色覚と雌選好性との関係が示唆されているが、雌選好性の分化とそれによる交配前隔離は生じておらず、集団内で色覚変異と雄の体色多型が高く維持されている。グッピーの雌が雄のオレンジ色のスポットを好むという行動の起源として、オレンジ色に対する感受性が高

いことが影響していると考えられている。また、1980年代に顕微分光法という方法で色覚に個体差があることが確かめられていたが、その違いの遺伝的基盤は確かめられていなかった。色覚に重要な働きをしているのが視物質である。連携研究者である河村らは、本研究申請者との共同研究によって、グッピーにおけるオプシン遺伝子をす

オプシン遺伝子の集団間の FST 値が、reference gene の FST よりも大きいかどうかを検定した。その結果、LWS1 と 3 にいて有意の高い値をした(図 3)。

(2) LWS 遺伝子の発現比較

野外集団でみられる LWS 遺伝子型(LWS-1 から 3 が連鎖している遺伝子で、1-1 型、6-6 型となすけた)を用いて、発現量の違いを観察した。1-1 遺伝子型では、LWS2 の発現が抑制されてほとんど発現していないことが明らかになった(図 4)。また、LWS2 の発現量の低い 1-1 型の個体は、光感受性が高い結果になった(図 5)。これらのことから、LWS 遺伝子の配列の違いは、その発現制御部位と連鎖しており、LWS 遺伝子の発現の違いに自然選択が働いている可能性が示唆された。

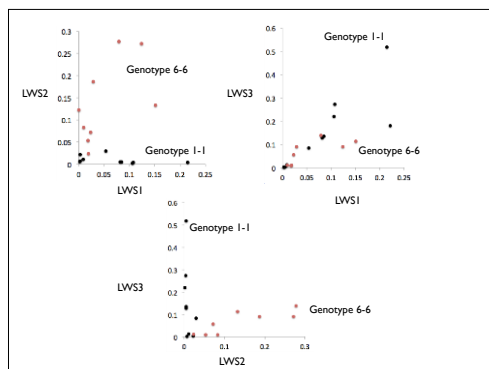


図 4. 1-1 型および 6-6 型の LWS3, LWS2、LWS1 の発現量

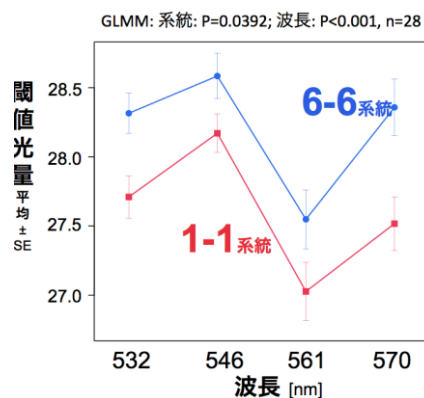


図 5. 1-1 型および 6-6 型の光感受性の違い

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 17 件)

1. Tezuka, A. N. Matsushima, Y. Nemoto, H. D.

Akashi, M. Kawata and T. Makino. (2012) Comprehensive Primer Design for Analysis of Population Genetics in Non-Sequenced Organisms. *PLoS ONE*, 7(2): e32314 査読有

2. Suzuki-Ohno, Y., M. Kawata, and J. Urabe (2012) Optimal feeding under stoichiometric constraints: A model of compensatory feeding with functional response. *Oikos* 121: 569-578. 査読有

3. Kitano, J., Y. Kawagishi, S. Mori., C. L. Peichel., T. Makino, M. Kawata, M. Kusakabe (2011) Divergence in Sex Steroid Hormone Signaling between Sympatric Species of Japanese Threespine Stickleback. *PLoS ONE*, 6(12): e29253. 査読有

4. Ishida, S., A. Takahashi, N. Matsushima, J. Yokoyama, W. Makino, J. Urabe and M. Kawata (2011) The long-term consequences of hybridization between the two Daphnia species, *D. galeata* and *D. dentifera*, in mature habitats. *BMC Evolutionary Biology* 11:209 査読有

5. Nakamura, I., Y. Onoda, N. Matsushima, J. Yokoyama, M. Kawata and K. Hikosaka (2011) Phenotypic and genetic differences in a perennial herb across a natural gradient of CO₂ concentration. *Oecologia* 165:809-818 査読有

6. Tezuka, A., H. Yamamoto, J. Yokoyama, C. van Oosterhout, and M. Kawata (2011) The MC1R gene in the guppy (*Poecilia reticulata*): Genotypic and phenotypic polymorphisms. *BMC Research Notes* 4:31 査読有

7. Hiwatashi, T., Mikami, A., Katsumura, T., Suryobroto, B., Perwitasari-Farajallah, D., Malaijijitnond, S., Siriaroonrat, B., Oota, H., Goto, S. and Kawamura, S. (2011). Gene conversion and purifying selection shape nucleotide variation in gibbon L/M opsin genes. *BMC Evolutionary Biology*, 11: 312. 査読有

8. Yamaguchi, W. Kondoh, M and M. Kawata (2011) Effects of evolutionary changes in prey use on the relationship between food web complexity and stability. *Population Ecology* 53, 59-72. 査読有

9. Tsuda, E. M. and M. Kawata (2010) Evolution of gene regulatory networks by fluctuating selection and intrinsic constraints. *PLoS Computational Biology* 6(8): e1000873. 査読有

10. Bridle, J. R., J. Polechova, M. Kawata, R. K. Butlin (2010) Why is adaptation prevented at ecological margins? New insights from individual-based simulations. *Ecology Letters* 13:485-494 査読有

11. Tsujimura, T., Hosoya, T. and Kawamura, S. (2010). A single enhancer regulating the differential expression of duplicated red-sensitive opsin genes in zebrafish. *PLoS Genetics*, 6 (12): e1001245. 査読有
12. Melin, A. D., Fedigan, L. M., Young, H. C. and Kawamura, S. (2010). Can color vision variation explain sex differences in invertebrate foraging by capuchin monkeys? *Current Zoology*, 56 (3): 300-312. 査読有
13. Hiwatashi, T., Okabe, Y., Tsutsui, T., Hiramatsu, C., Melin, A. D., Oota, H., Schaffner, C. M., Aureli, F., Fedigan, L. M., Innan, H. and Kawamura, S. (2010). An explicit signature of balancing selection for color-vision variation in New World monkeys. *Molecular Biology and Evolution*, 27 (2): 453-464. 査読有
14. Hiramatsu, C., Melin, A. D., Aureli, F., Schaffner, C. M., Vorobyev, M., and Kawamura, S. (2009). Interplay of olfaction and vision in fruit foraging of spider monkeys. *Animal Behaviour*, 77 (6): 1421-1426 査読有
15. Kodaira, Y., H. Ohtsuki, J. Yokoyama, and M. Kawata (2009) Size-dependent foraging gene expression and labor division in *Bombus ignitus*. *BMC Research Notes* 2:184 査読有
16. Mizuno, N. A., , and M. Kawata. (2009) The effects of the evolution of stoichiometry-related traits on population dynamics in plankton communities. *Journal of Theoretical Biology*, 259, 209-218. 査読有
17. Echenique-Díaz L. M. , J. Yokoyama, O. Takahashi, and M. Kawata (2009), Genetic structure of island populations of the endangered bat *Hipposideros turpis turpis*: Implications for conservation. *Population Biology*, 15,153-160. 査読有

〔学会発表〕 (計6件) *発表者

- 1.*Sakai, Y., Kaizu, T., Ohtsuki, H., Tezuka, A., Kasagi, K., Kawamura, S. and Kawata, M.: The effect of LWS opsin genotypes on color sensitivity and female preference.: EAFES5:2012 年3月19日:龍谷大学
- 2.*手塚あゆみ、笠木聡、河村正二、Cock van Oosterhout、河田雅圭:「グッピー色覚遺伝子にかかる選択の検出」
日本生態学会第58回全国大会、2011.3.8-12 (札幌)
- 3.*手塚あゆみ、笠木聡、河村正二、Cock van

Oosterhout、松島野枝、河田雅圭:「グッピーLWS 遺伝子にかかる選択圧の検出」
第12回日本進化学会、2010.8.2-5. (東京)

4.*手塚あゆみ、笠木聡、河村正二、Cock van Oosterhout、松島野枝、河田雅圭:「グッピーLWS 遺伝子から探る色覚の進化」
日本生態学会第57回全国大会、2010.3.15-20. (東京)

5.*手塚あゆみ、笠木聡、河村正二、Cock van Oosterhout、松島野枝、河田雅圭:「グッピーのLWS 遺伝子を用いた色覚の多様性の維持機構の解明」
第11回日本進化学会、2009.9.2-4. (札幌)

6.*Ayumi Tezuka, Hiroaki Yamamoto, Jun Yokoyama, Cock van Oosterhout and Kawata M. “Black pigmentation in guppies (*Poecilia reticulata*) is associated with polymorphism of the MC1R gene”
The 12th Congress of the European Society for Evolutionary Biology, 2009.8.24-29 (Torino, Italy)

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計0件)
なし
○取得状況 (計0件)
なし

〔その他〕

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河田 雅圭 (KAWATA, MASAKADO)

東北大学・大学院生命科学研究科・教授

研究者番号: 90204734

(2) 連携研究者

河村 正二 (KAWAMURA, SHOJI)

東京大学・新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号: 40282727