

Title	クマムシ性決定機構から脱皮動物の幼若ホルモン系の起源を探る
Sub Title	Sex-determination in tardigrade and origin of juvenile hormone systems
Author	松本, 緑(Matsumoto, Midori)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2024
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	緩歩動物クマムシは昆虫など節足動物と共に脱皮動物に属し、脱皮を繰り返しながら成長する。昆虫の脱皮は、脱皮ホルモンと幼若ホルモン(JH)により制御されていることが詳しく調べられており、JHは脱皮のみならず、性決定など生殖に関わる現象も担っている。しかし、同じ脱皮動物でも、緩歩動物の性決定についての知見は皆無であった。 申請者は、有性生殖種のトウキョウチヨウメイムシのJHがファルネセン酸メチル(MF)の存在を明らかにし、MF合成酵素であるJHメチル化酵素 (JHAMT) の発現時期が胚発生後期であることを示している。さらに、胚発生期のJH産生が性決定に関わるのではないかと仮定し、通常は雌：雄が3：7である同種の胚発生後期から幼虫前期の卵および仔虫に対して低濃度のMFを曝露させたところ、それらが成長した成虫集団では雌雄比が1：1とメスが增加することを発見している。しかし、JHに対する受容体 (MET) を探索したが、発見できなかった。 本研究ではクマムシの性決定機構について、ショウジョウバエや線虫で性決定を制御するDM遺伝子を用いて、検討した。トウキョウチヨウメイムシからオス特異的に発現するDM遺伝子PARRI3090とメス特異的に発現するDM遺伝子PARRI9851を単離した。孵化後1日めの個体1匹ずつからRNAを抽出し、PARRI3090とPARRI9851で各個体での発現解析を行ったところ、PARRI3090のみを発現する個体、PARRI9851のみを発現する個体とともに両者を発現する個体も存在した。また、孵化前4日の卵からRNAを抽出し、同様に発現を調べたところ、全ての卵がPARRI9851のみを発現していた。これらのことから、トウキョウチヨウメイムシの性は孵化前4日まではメス型を示しているが、孵化後1日目では、オス型へ移行するものが出現し、3日目にはオス型、メス型が決定することが示された。 このように本課題はクマムシの性決定機構をはじめて解明した研究となった。 Tardigrades are ecdysozoa that grow by repeated molting. The molting mechanism in insects is regulated by the molting hormone, 20-hydroxyecdysone, and juvenile hormone (JH). JH in arthropods acts on various biological phenomena, such as sex determination and caste differentiation, and responds to some environmental cues. Although the hormone reportedly has functions in hatching in parthenogenetic species of tardigrades, its structure and other functions are still unknown. We considered that sex determination was driven by environmental cues, but not by genetics, because sex chromosomes have not been confirmed and the sex ratio is not fifty-fifty in the sexually reproducing tardigrade, <i>Paramacrobiotus metropolitanus</i>. In this study, we identified the sex specific genes DM gene homologs from <i>P. metropolitanus</i> RNAseq data, which regulates sex determination in <i>Drosophila</i> and <i>nematoda</i> and clarified its sex-determination function in <i>P. metropolitanus</i>. To examine the mechanism of sex determination in tardigrades, the male-specifically expressed DM gene PARRI3090 and the female-specifically expressed DM gene PARRI9851 were isolated. RT-PCRs with both DM genes were performed with RNA extracted from each individual on the first day after hatching. Some individuals expressed with both of PARRI3090 and PARRI9851, and some individuals expressed only PARRI3090, and some expressed only PARRI9851. But in eggs 4 days before hatching, all eggs expressed only PARRI9851. These results indicate that the sex determination of the tardigrade shows the female form up to 4 days before hatching, but on the first day after hatching, some of them appear to shift to the male form, and on the third day, the male and female forms are determined.
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2023000010-20230031

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2023年度 学事振興資金（個人研究） 研究成果実績報告書

研究代表者	所属	理工学部	職名	准教授	補助額	300千円 (A)
	氏名	松本 緑	氏名（英語）	Midori Matsumoto		
研究課題（日本語）						
クマムシ性決定機構から脱皮動物の幼若ホルモン系の起源を探る						
研究課題（英訳）						
Sex-determination in tardigrade and Origin of juvenile hormone systems						
1. 研究成果実績の概要						
緩歩動物クマムシは昆虫など節足動物と共に脱皮動物に属し、脱皮を繰り返しながら成長する。昆虫の脱皮は、脱皮ホルモンと幼若ホルモン(JH)により制御されていることが詳しく調べられており、JHは脱皮のみならず、性決定など生殖に関わる現象も担っている。しかし、同じ脱皮動物でも、緩歩動物の性決定についての知見は皆無であった。申請者は、有性生殖種のトウキョウチョウメイムシのJHがファルネセン酸メチル(MF)の存在を明らかにし、MF合成酵素であるJHメチル化酵素 (JHAMT) の発現時期が胚発生後期であることを示している。さらに、胚発生期のJH産生が性決定に関わるのではないかと仮定し、通常は雌：雄が3：7である同種の胚発生後期から幼虫前期の卵および仔虫に対して低濃度のMFを曝露させたところ、それらが成長した成虫集団では雌雄比が1：1とメスが増加することを発見している。しかし、JHに対する受容体 (MET) を探索したが、発見できなかった。 本研究ではクマムシの性決定機構について、ショウジョウバエや線虫で性決定を制御するDM遺伝子を用いて、検討した。トウキョウチョウメイムシからオス特異的に発現するDM遺伝子PARRI3090とメス特異的に発現するDM遺伝子PARRI9851を単離した。孵化後1日めの個体1匹ずつからRNAを抽出し、PARRI3090とPARRI9851で各個体での発現解析を行ったところ、PARRI3090のみを発現する個体、PARRI9851のみを発現する個体とともに両者を発現する個体も存在した。また、孵化前4日の卵からRNAを抽出し、同様に発現を調べたところ、全ての卵がPARRI9851のみを発現していた。これらのことから、トウキョウチョウメイムシの性は孵化前4日まではメス型を示しているが、孵化後1日目では、オス型へ移行するものが出現し、3日目にはオス型、メス型が決定することが示された。このように本課題はクマムシの性決定機構をはじめて解明した研究となった。						
2. 研究成果実績の概要（英訳）						
Tardigrades are ecdysozoa that grow by repeated molting. The molting mechanism in insects is regulated by the molting hormone, 20-hydroxyecdysone, and juvenile hormone (JH). JH in arthropods acts on various biological phenomena, such as sex determination and caste differentiation, and responds to some environmental cues. Although the hormone reportedly has functions in hatching in parthenogenetic species of tardigrades, its structure and other functions are still unknown. We considered that sex determination was driven by environmental cues, but not by genetics, because sex chromosomes have not been confirmed and the sex ratio is not fifty-fifty in the sexually reproducing tardigrade, <i>Paramacrobiotus metropolitanus</i>. In this study, we identified the sex specific genes DM gene homologs from <i>P. metropolitanus</i> RNAseq data, which regulates sex determination in <i>Drosophila</i> and <i>nematoda</i> and clarified its sex-determination function in <i>P. metropolitanus</i>. To examine the mechanism of sex determination in tardigrades, the male-specifically expressed DM gene PARRI3090 and the female-specifically expressed DM gene PARRI9851 were isolated. RT-PCRs with both DM genes were performed with RNA extracted from each individual on the first day after hatching. Some individuals expressed with both of PARRI3090 and PARRI9851, and some individuals expressed only PARRI3090, and some expressed only PARRI9851. But in eggs 4 days before hatching, all eggs expressed only PARRI9851. These results indicate that the sex determination of the tardigrade shows the female form up to 4 days before hatching, but on the first day after hatching, some of them appear to shift to the male form, and on the third day, the male and female forms are determined.						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
吉田祐貴、杉浦健太、林航平、荒川和晴、國枝武和、松本緑	トウキョウチョウメイムシの性決定因子同定へ向けたオミクス解析	第8回クマムシ学研究会	Gメッセ群馬 2023 10 22			