

Title	昆虫における利他行動進化の要因：血縁選択説の検証と関連遺伝子の同定
Sub Title	Elucidating factors in the evolution of altruistic behavior in insects : testing the kin selection theory and identifying genes involved in the altruistic behavior
Author	林, 良信(Hayashi, Yoshinobu)
Publisher	福澤基金運営委員会
Publication year	2023
Jtitle	福澤諭吉記念慶應義塾学事振興基金事業報告集 (2022.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>ミツバチやアリ、シロアリ、アブラムシの一部に代表される真社会性昆虫は、利他行動を介した緊密な個体間相互作用を維持しながら社会を形成する。本研究では、昆虫の利他性に関する理解をさらに進めるために、利他性の研究があまり進んでいないアブラムシとシロアリにおいて血縁選択の重要性を明らかにし、より広い分類群での利他性に関する知見を蓄積することと、ほとんどあきらかになっていない利他性の至近メカニズムを解明することも目的とした。そのために、本研究では実験コロニーを用いた操作実験による利他行動の検証と利他行動に関わる候補遺伝子の同定を行った。</p> <p>タケノヒメツノアブラムシを人工気象器内に設置したホウライチク上で飼育して行動観察をしたところ、協力行動の一種である頭突き行動を行った。また、異なる2地点で採集したコロニーを混合した結果、頭突きの頻度および継続時間は大きく変わらなかったため、非血縁間でも利他行動を行うことが分かった。加えて、不妊兵隊を持つタケツノアブラムシのコロニーを各地で採集し、次世代シーケンサーを用いることで全ゲノム配列の解析を行うことができた。</p> <p>シロアリの実験コロニーを用いた行動観察実験では、利他行動の一種であるグルーミングを受ける時間の長さが雌雄の生殖虫間で大きく異なることが明らかになった。また、雌の生殖虫は、雌雄のワーカーの両方から同程度にグルーミングを受けていた。これはいずれの性のワーカーにとっても、雌生殖虫への投資が重要であることを示している。また、オスのワーカーとニンフ（将来有翅虫になる個体）を用いたRAD-seqによる遺伝子多型解析の結果、これらのカースト間で有意な遺伝的差異のある遺伝子座が複数同定された。これらはシロアリの利他性に関わる遺伝的変異の候補となりうるものであり、今後は遺伝子機能の解明など、さらに解析を進める。</p> <p>Eusocial insects, including honeybees, ants, termites, and some aphids, form sophisticated societies with cooperative and altruistic interactions among individuals. This study aims to deepen our understanding of altruism in insects, specifically in aphids and termites where it has not been well studied, to expand our knowledge on altruism across wide range of taxa, and to elucidate the proximate mechanism of altruism. For this purpose, manipulation experiments were conducted using experimental colonies to verify altruistic behavior and identify candidate genes involved in it. We made artificial colonies of the aphid <i>Astegopteryx bambucifoliae</i> and observed their behavior. They exhibited head-butting behavior, which is one of altruistic behavior of the aphid. Mixing colonies from two different sites showed that altruistic behavior was performed between unrelated individuals. In addition, colonies that contained infertile soldiers were collected from various locations and their entire genome sequences were analyzed using a next-generation sequencer. Behavioral observation with experimental colonies of the termite <i>Reticulitermes speratus</i> revealed that the time received grooming (a type of altruistic behavior in termites) from workers, differed significantly between male and female reproductives. Female reproductive worms were groomed by both male and female workers to the same extent, indicating the importance of investing in female reproductives for workers of either sex. Genetic polymorphism analysis using RAD-seq in male workers and nymphs identified several loci with significant genetic differences between these castes. These loci are potential candidates for genetic variation related to altruism in termites, and further analysis, including elucidation of gene function, will be conducted in the future.</p>
Notes	申請種類：福澤基金研究補助
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-20220003-0017

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.

研究代表者	所属	法学部	職名	専任講師	補助額	1,500 千円
	氏名	林 良信	氏名 (英語)	Yoshinobu Hayashi		
研究課題 (日本語)						
昆虫における利他行動進化の要因: 血縁選択説の検証と関連遺伝子の同定						
研究課題 (英訳)						
Elucidating factors in the evolution of altruistic behavior in insects: testing the kin selection theory and identifying genes involved in the altruistic behavior						
研究組織						
氏名 Name		所属・学科・職名 Affiliation, department, and position				
林 良信 (Yoshinobu Hayashi)		法学部				
植松 圭吾 (Keigo Uematsu)		法学部				
1. 研究成果実績の概要						
<p>ミツバチやアリ、シロアリ、アブラムシの一部に代表される真社会性昆虫は、利他行動を介した緊密な個体間相互作用を維持しながら社会を形成する。本研究では、昆虫の利他性に関する理解をさらに進めるために、利他性の研究があまり進んでいないアブラムシとシロアリにおいて血縁選択の重要性を明らかにし、より広い分類群での利他性に関する知見を蓄積することと、ほとんどあきらかになっていない利他性の至近メカニズムを解明することも目的とした。そのために、本研究では実験コロニーを用いた操作実験による利他行動の検証と利他行動に関わる候補遺伝子の同定を行った。</p> <p>タケノヒメツノアブラムシを人工気象器内に設置したホウライチク上で飼育して行動観察をしたところ、協力行動の一種である頭突き行動を行った。また、異なる2地点で採集したコロニーを混合した結果、頭突きの頻度および継続時間は大きく変わらなかったため、非血縁間でも利他行動を行うことが分かった。加えて、不妊兵隊を持つタケツノアブラムシのコロニーを各地で採集し、次世代シーケンサーを用いることで全ゲノム配列の解析を行うことができた。</p> <p>シロアリの実験コロニーを用いた行動観察実験では、利他行動の一種であるグルーミングを受ける時間の長さが雌雄の生殖虫間で大きく異なることが明らかになった。また、雌の生殖虫は、雌雄のワーカーの両方から同程度にグルーミングを受けていた。これはいずれの性のワーカーにとっても、雌生殖虫への投資が重要であることを示している。また、オスのワーカーとニンフ(将来有翅虫になる個体)を用いた RAD-seq による遺伝子多型解析の結果、これらのカースト間で有意な遺伝的差異のある遺伝子座が複数同定された。これらはシロアリの利他性に関わる遺伝的変異の候補となりうるものであり、今後は遺伝子機能の解明など、さらに解析を進める。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>Eusocial insects, including honeybees, ants, termites, and some aphids, form sophisticated societies with cooperative and altruistic interactions among individuals. This study aims to deepen our understanding of altruism in insects, specifically in aphids and termites where it has not been well studied, to expand our knowledge on altruism across wide range of taxa, and to elucidate the proximate mechanism of altruism. For this purpose, manipulation experiments were conducted using experimental colonies to verify altruistic behavior and identify candidate genes involved in it.</p> <p>We made artificial colonies of the aphid <i>Astegopteryx bambucifoliae</i> and observed their behavior. They exhibited head-butting behavior, which is one of altruistic behavior of the aphid. Mixing colonies from two different sites showed that altruistic behavior was performed between unrelated individuals. In addition, colonies that contained infertile soldiers were collected from various locations and their entire genome sequences were analyzed using a next-generation sequencer.</p> <p>Behavioral observation with experimental colonies of the termite <i>Reticulitermes speratus</i> revealed that the time received grooming (a type of altruistic behavior in termites) from workers, differed significantly between male and female reproductives. Female reproductive worms were groomed by both male and female workers to the same extent, indicating the importance of investing in female reproductives for workers of either sex. Genetic polymorphism analysis using RAD-seq in male workers and nymphs identified several loci with significant genetic differences between these castes. These loci are potential candidates for genetic variation related to altruism in termites, and further analysis, including elucidation of gene function, will be conducted in the future.</p>						
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)			