

氏名	沼尻 侑子		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲 第 8380 号		
学位授与年月日	平成 29 年 9 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Evolution of Host Countermeasure Traits against Symbiont Reproductive Manipulation (共生細菌による生殖操作に対する宿主の抵抗形質の進化)		
主査	筑波大学准教授	博士(理学)	徳永 幸彦
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	澤村 京一
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	桑山 秀一
副査	筑波大学教授	農学博士	戒能 洋一

論 文 の 要 旨

共生細菌である *Wolbachia* はその伝播様式が母系垂直伝播であるにも関わらず、昆虫の全ての目、およびその他の節足動物と線虫において感染が報告されている。*Wolbachia* が宿主において引き起こす生殖操作は、*Wolbachia* の感染拡大の機序となっており、特に細胞質不和合 (CI) による生殖操作が多くの宿主においてみられる。*Wolbachia* の感染拡大のためには、CI の生殖操作が完全致死になるべきだと考えられるにも関わらず、様々な宿主でみられる CI の強さにはばらつきがあり、そのばらつきが生じる原因は明らかになっていない。本論文の著者は、CI の強さのばらつきが *Wolbachia* に対する宿主の抵抗進化によるものと考え、宿主による対 CI 形質の存在を、4 つの実験によって明らかにし、それらの成果を本論文としてまとめた。

著者は、全ての実験において、*Wolbachia* の宿主としてアカイロマメゾウムシ (*Callosobruchus analis*) を用いた。*C. analis* は貯穀害虫であり、豆類の栽培が始まった約 8000 年前に害虫化したと考えられている。*Callosobruchus* 属の野生種は存在しておらず、*Wolbachia* 感染は 12 種中 3 種のみであるため、*Wolbachia* の *C. analis* への感染の歴史は比較的浅いと考えられる。*C. analis* に感染している *Wolbachia* には、wCana1 系統が知られていたが、著者は本研究において新たに wCana2 系統を発見した。また、自然状態で wCana1 に単一感染しているメスと、wCana1 と wCana2 に重感染しているオスとを交配させたところ、CI によって卵の孵化率が低下した。オス側に用いた 4 系統は全て同一の *Wolbachia* 系統に感染していたのにも関わら

ず、CIの強さにばらつきがみられたことから、著者は、宿主が*Wolbachia*との共生の過程でCIを弱める形質を獲得した可能性を示唆する結果と解釈した。

wCana1に自然状態で単一感染している宿主系統は、wCana2への感染履歴がないと考えられるため、wCana2への感染履歴のない宿主にwCana2を人工的に感染させて、CIの強さを調べたところ、強いCIを示した。また、非感染のメス宿主において、*Wolbachia*との感染履歴があるメスとないメスとでは、後者においてより強いCIがみられた。これにより著者は、*Wolbachia*と過去に共生したことのある宿主がCIを弱める形質を獲得したことを明瞭に示す結果であると判断した。

さらに著者は、宿主と*Wolbachia*との共生の過程において、直接CIの強さを弱める以外の方法で、対CI形質となり得る形質があるかどうかを検討するために、宿主の黒化がCIに与える影響と、*Wolbachia*によるCIが宿主の産卵場所選択に与える影響の2つについて検討した。

*Wolbachia*非感染個体と比べて感染黒化変異体では、メスの産卵数と成虫の寿命の減少、卵の孵化率の低下がみられた。黒化変異体において、CIを起こす交配と起こさない交配を行って孵化率を調べたところ、双方において孵化率の低下がみられたが、*C. analis*の感染黒化メスの卵の致死率は100%ではなかった。これより著者は、理論的検証からは、黒化突然変異だけで*Wolbachia*の感染拡大を阻止することはできないことを明らかにした。

*C. analis*の幼虫の資源競争の型はコンテスト型であり、たとえ複数の卵が豆に産み付けられたとしても、ほとんどの場合1つの豆から1成虫しか羽化しない。複数の豆が与えられた場合、1豆から確実に1個体羽化するには、卵を豆に一様に分布させる方が適応的である。しかし、CIを起こす*Wolbachia*に感染している宿主メスの産卵分布は一様分布ではなく、ランダムなものであった。この結果から著者は、CIを起こす*Wolbachia*に感染しているメスでは、CIを起こさないものに感染しているメスに比べ、無駄にする卵が多いため、産卵行動の変化が対CI形質となる可能性を示した。

以上4つの実験を通して、本論文の著者は、宿主が*Wolbachia*の引き起こすCIの大きさを弱める形質を共生の歴史の中で獲得し得ることを明瞭に示し、共生細菌と宿主の共進化研究に新しい知見を加えた。ごく最近ようやく明らかになりつつあるCIの分子レベルにおける作用機序の知見を活用できれば、宿主がどのようにCIを弱める形質を獲得したのか、その共進化のメカニズムの解明への貢献がおおいに期待できる。

審 査 の 要 旨

本研究は、*Wolbachia*との共生の歴史が、*Drosophila*などの他の研究材料に比べてずっと短く、かつ*Wolbachia*の垂直伝搬が完全である*C. analis*において、宿主と*Wolbachia*との共生によってCIを弱める形質が進化する可能性を提示した点がユニークである。本論文の著者は分子生物学的技術だけでなく、マメゾウムシの変異体作製の技術にも長けており、本研究においても、それらの変異体が随所で重要な役割を担った。加えて、実験的研究だけでなく、コンピューターシミュレーションによる理論的な考察も行っている点が大変評価できる。

平成29年7月5日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。