

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 坂本 洋典

Wolbachia (以下, WOL) は昆虫などを宿主とする細胞内共生細菌で, 遺伝的なオスのメス化, オス殺し, 細胞質不和合など, 自身および感染細胞質に有利になるように宿主の生殖を操作する. アワノメイガ属の WOL 感染は, ウスジロキノメイガ種群のマルバネキノメイガ(マルバネ)とアワノメイガ種群のアワノメイガ(アワ), アズキノメイガ(アズキ)などで知られている. アワノメイガ種群の WOL は同一か非常に近い系統で, 感染率は低い. 感染した寄主の子はメスに偏った性比になり, 抗生物質で幼虫から WOL を除去するとその子は全オスになる. アズキではメスに偏る原因は WOL (*wSca*) のメス化作用によるオス致死, 抗生物質処理によりオスに偏る原因はメス特異的致死であり, また, 感染メスには WOL が不可欠であることが示されている. 一方, マルバネでは WOL は雌雄ともに高い感染率を示すが, 生殖操作の詳細はわかっていない.

本論文は, マルバネに感染する WOL をアワノメイガ種群の WOL と比較して本属における感染の歴史を解明する, 生殖異常に対する WOL の系統と宿主の作用を調べる, 性モザイク個体を用いて性比がメスに偏る原因を考察すること, 感染系統と非感染系統のメスにおける W 染色体の構造の差異を比較することを目的とするものである.

マルバネに感染する WOL の特徴

マルバネとアワノメイガ種群で WOL の *wsp* 遺伝子および *ftsZ* 遺伝子の部分配列は一致した. しかし, マルバネでは WOL は性比バイアスを起こさないと考えられ, アワノメイガ種群の WOL が比較的最近に性比異常を引き起こす能力を獲得したことが示された.

生殖異常の種類決定に対する WOL の系統の重要性

wSca はアズキにオス殺しを起こすが, 別科のスジコナマダラメイガ(スジコナ)の WOL (*wKue*)は宿主に細胞質不和合を起こす. *wSca* をスジコナに移植するとオス殺しを起こすとの報告があるので, アズキへの *wKue* の移植をしたところ細胞質不和合が起きた. つまり *wSca* と同様 *wKue* も移植後, 新寄主に元宿主と同じ生殖異常を起こした. これらは WOL の系統が生殖異常の種類決定に重要であることが示している.

アワにおける WOL が引き起こすメスに偏った性比の原因

WOL 感染メスおよび感染除去メスの子の幼虫期にメス特異的である性クロマチンの有無を観察した. 感染, 感染除去とも, 孵化時には性比に有意な偏りは見られなかったが, 終齢幼虫では感染メスの子は全てメス, 感染除去メスの子は全てオスだった. 以上から, 本種でも感染メスの子でのオス致死, および, 感染除去メスの子でのメス致死が示された.

アワの胚発生期における WOL と宿主の相互作用

感染メスの成虫に抗生物質を与えたところ、子の一部が性モザイク成虫になったが、遺伝的にはオスであった。一部の性モザイク個体は外見上完全なメスで、メス特有の交尾嚢も持っていたが卵巣は存在しなかった。モザイク個体からは WOL が検出されなかったため、抗生物質投与した感染メス成虫の産んだ卵と孵化幼虫で WOL の有無を調べたところ、WOL は投与 3 日後から孵化幼虫に観察されなくなったにもかかわらず、オス致死、性モザイクおよびメスの羽化はそれ以降も観察された。これらの結果は、WOL によるメス化とオス致死の決定時期が胚発生期より前であること、および、感染メスにとって WOL が必須なのは胚発生期までであることを示している。

アワ感染系統と非感染系統における W 染色体の構造の差異

WOL によりオスの Z 染色体の一方が凝集して性染色体様になる可能性を調べた。W 染色体上のマイクロサテライト領域特異的なプライマーによる PCR を行ったところ、感染メスでは非感染メスに特異的なバンドが見られず、サイズの異なる別のバンドが検出された。これは感染除去メスでも見られたが、感染除去メスの子であるオスには見られなかったため、W 染色体上にあると推測された。バンドと性クロマチンの挙動は一致し、感染系統における性クロマチンが W 染色体であることが示された。以上から、アワノメイガ種群ではメスの W 染色体構造が WOL 感染系統と非感染系統で異なっていることを示唆する。

以上、本研究はアワノメイガ属における WOL 感染の歴史と感染による生殖操作の機構について多くの知見をもたらした。感染が除去されたメスの致死は通常のオス殺しよりも WOL に有利な新たな表現型として注目される。また、「オス殺し」と「メス化」は別の現象とされてきたが、「オス殺し」を起こす WOL がメス化能を持つことを示したことから、メス化によるオス殺しの可能性が示され、WOL による生殖操作の機構に新たな理解をもたらした。これらの成果は学術的に高い価値を有するだけでなく、害虫管理など応用面にも有用である。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）を授与するに値することを認めた。