

審査の結果の要旨

氏名 高井 嘉樹

植食性昆虫と寄主植物の間には多様な相互作用が存在する。昆虫は寄主を認識して特異的に産卵や摂食をするが、認識の機構が明らかになった例は少ない。また、昆虫に食害された植物は種々の耐虫性物質を産生し防御する。さらに、食害を受けた植物が、植食者の天敵である寄生蜂や寄生バエを誘引する揮発性成分を放出し、自己防衛することも知られているが、それらの分子機構は不明である。

カイコは桑葉のみを食餌とする単食性の昆虫である。その理由を明らかにするために、幼虫の摂食行動に関する研究が精力的に行われてきた。一方、カイコがクワに対してどのような働きかけをしているか、ほとんど研究されていない。また、成虫が産卵場所を認識する機構も不明である。本研究「絹糸腺分泌物と成虫附節感覚子を介したカイコとクワの相互作用に関する研究」は、これら未解明かつ重要な課題に取り組んだものである。

(1) カイコの絹糸腺分泌物の桑葉への移行に伴う生態的機能

著者の修士課程での研究から、カイコの絹糸腺に、桑葉が出す香り成分の生成を阻害する物質が存在することが分かっており、その実体として、過酸化脂質脱水酵素 "BmFHD" が候補とされている。本研究では、吐糸管を焼灼して絹糸腺から何も分泌できない幼虫を作成し、それが摂食した桑葉の香りを GC-MS を用いて分析した。その結果、3 種類の揮発性成分、(Z)-3-hexen-1-yl acetate、(Z)-3-hexen-1-ol、および (Z)-3-hexen-1-yl butanoate の発生量が、非焼灼区に比べて約 3 倍に増加した。これら揮発性成分は、みどりの香り (GLVs) と呼ばれ、損傷を受けた植物の葉が産生する普遍的な物質であるため、著者は絹糸腺分泌物に予想通りの抑制機能があると考えた。

次に、著者は GLVs の生成抑制の生態学的意義を考えた。食害によって誘導される植物の揮発性成分は、しばしば天敵昆虫を誘引する。そこで、寄生バエの一種 *Zenillia dolosa* を用いて実験を行った結果、吐糸管焼灼幼虫が誘導する揮発性成分に対して相対的に高い産卵率を示した。よって、絹糸腺分泌物が寄生バエの産卵回避に寄与すると考察した。

BmFHD が GLVs の生成を阻害することを確かめるため、著者は、桑葉を精製 BmFHD の存在下で破砕し、生じる揮発性成分を GC-MS で分析した。その結果、BmFHD の添加によって GLVs が減少した。また、実際カイコが食害した桑葉には多量の BmFHD が

付着していた。

最後に、CRISPR/Cas9 を用いたゲノム編集により、*BmFHD* 遺伝子のコード領域に 5 塩基の欠損を生じた遺伝子破壊系統を作出した。確かに、ホモ個体の中部糸腺の抽出物には *BmFHD* タンパク質が検出されなかった。正常蚕の中部糸腺の抽出物には、GLVs の生合成中間体であるリノレン酸 13S-ヒドロペルオキシドを分解する活性があるが、遺伝子破壊個体はその活性を喪失していた。よって、*BmFHD* は GLVs の生成阻害に必須の分子であると結論した。

(2) クワコとカイコの成虫跗節に存在する味覚感覚子の形態と電気生理学的特性

クワコはカイコの近縁野生種であり、クワ単食性である。クワコ雌成虫は桑樹に産卵しなければ、孵化幼虫が餌に辿り着けず、次世代を残せない。一方カイコは、クワの有無に関わらず、交尾当日に紙の上にほとんどの卵を産む。著者は、両種の成虫肢に存在する感覚子の構造と機能を調べ、比較した。

クワコとカイコの成虫肢の形態を観察したところ、前・中・後肢とも、第 5 跗節に味覚感覚子と思われる毛状突起が密集していた。走査電顕で第 5 跗節の微細形態を調べた結果、両種とも、雌雄ともに、2 種類の感覚子「大型感覚子」と「細型感覚子」が存在していた。そのうち、大型感覚子の本数は種間や雌雄で異なっていた。前肢の大型感覚子の本数は、カイコよりもクワコで多く、雄よりも雌が多かったため、著者はこれがクワを認識していると予想した。

大型感覚子が味覚感覚子であることを確かめるために、チップレコーディング法を用い、桑葉の水溶性抽出物に対する電気生理学的応答を調べた。その結果、クワコの雌成虫には、桑葉抽出物で刺激したときに高頻度で電気パルスを出す大型感覚子が存在していた。しかし、カイコの雌成虫には、同様の応答を示す感覚子が見つからなかった。続いて、クワコの大型感覚子が、クワ以外のクワ科植物の葉の抽出物に対しても応答するか否かを調べた結果、ハリグワ、カジノキ、イチジク、ガジュマル、イヌビワの抽出物に対しては、ほとんど応答せず、クワへの応答が特異的であることが分かった。なお、桑葉抽出物に触れたクワコの雌成虫は、その後の産卵数が顕著に増加したので、跗節による認識が産卵行動と連動していると考えられた。このように、クワコの跗節感覚子には、カイコにはないクワの認識機構が存在することを示した。

以上の知見は、カイコとクワの関係性の解明のみならず、広く昆虫-植物間相互作用の理解に貢献するものであるため、審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値のあるものと認めた。