

氏名 山口 芽衣
学位の種類 博士 (環境学)
学位記番号 博 甲 第 7787 号
学位授与年月日 平成 28 年 3 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 Studies on Larval Feeding Stimulant of *Zizeeria maha* (Kollar) (Lepidoptera: Lycaenidae) in *Oxalis corniculata* L.: Elucidation of Triadic Relationships among Light Environment, Host Plant Quality, and Feeding Behavior
(カタバミ *Oxalis corniculata* L.に含まれるヤマトシジミ *Zizeeria maha* (Kollar) (Lepidoptera: Lycaenidae)幼虫の摂食刺激物質に関する研究：光環境、寄主植物の質、および摂食行動の三者系の解明)

主査	筑波大学准教授	博士 (農学)	山路 恵子
副査	筑波大学教授	農学博士	田村 憲司
副査	筑波大学講師	農学博士	松山 茂
副査	筑波大学助教	博士 (農学)	横井 智之

論 文 の 要 旨

ある自然環境下において、光や土壌成分といった非生物的な要因により、植物基質内に含有される化学成分が増減し、それに伴って、寄主植物を利用する昆虫の行動も変化することは、これまで示唆されてきた。従来の研究の多くは、環境因子と植物の質の関係、あるいは植物化学成分と食植性昆虫の、それぞれの関係について独立に行われてきた。一方で、寄主植物と食植者の関係に、植物の生育環境因子を加えた三者の関係を一連のつながりとして探求した例は乏しい。環境因子の影響に伴って変化する寄主植物の質と食植者の応答を同時に解析することは、植物基質内に蓄積された化学物質質量の変化と食植者の行動変化を連続的に確認することができるため、重要だと考えられる。

そこで本論文は、カタバミ (*Oxalis corniculata* L.) を寄主植物とするヤマトシジミ (*Zizeeria maha*) 幼虫の摂食刺激物質を同定し、カタバミが生育する環境と摂食刺激物質の量およびヤマトシジミ幼虫の摂食行動の三者関係を解明することを目的とした。

カタバミ葉に含まれるヤマトシジミ幼虫の摂食刺激物質を、人工飼料生物試験法で活性を確認しながら分画した。摂食刺激活性を示した粗抽出物を分液操作により、エーテル、酢酸エチル、水面分に分画して生物試験した結果、摂食刺激活性は水面分に認められた。水面分をさらに酸性・中性・塩基性の三面分に分画すると、活性は酸性画分に局在し、その主成分は、機器分析によりシュウ酸と判明した。塩化カルシウム沈殿法で水面分からシュウ酸を除くと摂食刺激活性は失われた。沈殿濾過後の失活した濾液にシュウ酸を加えると活性が回復した。さらに、標品のシュウ酸を用いた人工飼料生物試験で活性を認め、これらの結果から、ヤマトシジミ幼虫の摂食刺激物質をシュウ酸と同定した。幼虫の摂食行動は、人工飼料 1 グラム当たりのシュウ酸含量が 260 μmol (カタバミ生葉 1 グラムの平均含量) 以下では刺激され、同 520 μmol 以上では阻害された。シュウ酸は、カタバミを特徴づける既知の二次代謝産物で、ヤガの一種 *Helicoverpa armigera* の幼虫に対する成長阻害活性が知られているが、チョウ目昆虫の摂

食刺激物質としては初めての例である。また、低カルシウム血症や尿路結石の原因となるシュウ酸を自身の体重以上に摂食可能なことから、幼虫は強力な耐シュウ酸機構を持つことが判明した。

次に光環境の強弱が異なる野外の7地点からカタバミ葉を採取し、物理化学的性質を比較するとともに、これらの葉に対する幼虫の摂食行動を評価した。各地点の土壌含水量や採取した葉の水分および無機元素の含量に差がなかった一方、葉に含まれるシュウ酸およびアピゲニン配糖体の含量は、生育地点で異なり、光強度と正の相関を示した。また、幼虫の摂食量は、これらの成分含量と正の相関を示した。従って、光環境の強弱は、カタバミの二次代謝産物の含量に影響し、それに呼応して幼虫の摂食行動が変化すると示唆された。そこで、光の強弱を人工的に設定した環境でカタバミを栽培し、葉のシュウ酸含量と幼虫の摂食量を解析したところ、野外と同様に光強度の強弱とシュウ酸含量および摂食量の多少の傾向が一致した。

以上の結果から、カタバミに含まれるシュウ酸が、ヤマトシジミ幼虫の摂食刺激物質として機能することを初めて同定し、さらに光環境の強弱は、カタバミのシュウ酸量を増減させ、ひいては幼虫の摂食行動の活性を増減させると結論した。環境因子（光強度）-寄主植物（カタバミ）-食植性昆虫（ヤマトシジミ幼虫）の三者関係を、摂食刺激物質であるシュウ酸を鍵として化学生態学的に解明した点は意義深いと思われる。

審 査 の 要 旨

本論文は、カタバミを食草とするチョウ、ヤマトシジミの幼虫の摂食刺激物質をシュウ酸と同定するとともに、カタバミが生育する光環境とカタバミの物理化学的性質およびヤマトシジミ幼虫の摂食行動の三者系を解析し、光環境の強弱はカタバミの質（シュウ酸含量）に影響を与え、それに呼応してヤマトシジミ幼虫の摂食行動が変化することを解明した。

植物の分類群とそれを特徴付ける二次代謝産物の種類および食植性昆虫の寄主選択を結びつける試みは、その成果が昆虫の行動制御に応用できるとして期待されている。シュウ酸は、カタバミを特徴付ける既知化合物であるが、チョウ目昆虫の摂食刺激物質として機能することは初の知見であり評価できる。さらに、光環境の強弱がカタバミのシュウ酸含量に影響を与え、それに呼応してヤマトシジミ幼虫の摂食行動が変化することを野外の実験区および室内の操作実験で定量的に示し、光環境、寄主植物の質およびヤマトシジミ幼虫の摂食行動の三者関係を、シュウ酸含量を鍵として解明した点は、高く評価された。

平成28年1月25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（環境学）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。