

昆虫と香りで関係を結ぶクスノキ

熊本県立宇土高等学校 2年 松本 和佳奈 園田 優希 松永 裕一郎

1 研究の目的

2016年9月から宇土城山から校庭（熊本県宇土市古城町）のクスノキ *Cinnamomum camphora* について、食物網を調べてきた。樟脳（camphor）のバリアをかいくぐった3種の鱗翅目の幼虫を見つけた。さらに鱗翅目幼虫がクスノキに巣を作る頃、3種の寄生蜂が現れることを見つけた。鱗翅目幼虫と寄生蜂やクスノキと鱗翅目幼虫の間には食う-食われるの栄養分の授受があるが、クスノキと寄生蜂間にはない。しかし、今回の研究では、非栄養関係にある植物と寄生蜂との間にコミュニケーションがあるという仮説を立て、寄生蜂とクスノキの相互作用の解明に努めた。(1) 鱗翅目幼虫3種はクスノキの葉を2枚重ねに紡いでその内側に隠れて摂食するので、寄生蜂など外を飛び回る種には外から見えない。(2) 鱗翅目幼虫を狙う寄生蜂にとって、クスノキでの狩りは餌密度が極めて低いため、エネルギー効率が悪いにもかかわらず、寄生蜂はクスノキを訪れて寄生を果たしていた。(3) 食害幼虫の臭い成分、糞、脱皮殻を取り除いても天敵は来るとい草本類での先行研究があった。以上が仮説の根拠である。クスノキには、非栄養関係のコミュニケーション物質があり、その物質が食害する鱗翅目幼虫の天敵・寄生蜂を誘引するという仮説「クスノキの用心棒誘因説」を立てた。クスノキから放たれた物質が寄生蜂に受容されると寄生蜂誘因効果を発揮するという仮説を実証するため、クスノキが放つ香り成分を特定し、同定した。

2 方法

予備調査は2017年5月より、本調査は2018年5月18日～7月4日まで行った。

- (1) 同定および羽化実験；クスノキからシェルター（鱗翅目幼虫が葉を2枚重ねにした摂食のための隠れ家）を小枝ごと採集し、シェルター内の幼虫について写真記録および同定を行った。成虫についても再度同定した。昨年の研究から幼虫から内部寄生性飼い殺し型の寄生蜂が現れることが分かっていたので、幼虫を持ち帰った後、飼育中に寄生を受けないよう、また、羽化した寄生蜂が逃げないようにラップをしてシェルター枝ごと1つずつ水に挿して密閉飼育した。
- (2) 香り成分の捕集と気体の成分分析；揮発成分の捕集と分析は2018年5月25日(晴)に8回、6月6日(雨)に3回、13日(曇)に2回、14日(曇)に4回、20日(曇)に3回、7月4日(曇)に2回、計22回行った。区分は、被食葉（シェルター中に幼虫がいる）・非被食葉・対照区として周辺の空気を捕集した。シェルターを採集する前に、ガス捕集用の Twister を取り付けた専用のガス捕集袋で小枝ごと覆った。捕集時間は1時間とした。気体分析にはガスクロマトグラフィーを用いてクロモグラムでグラフ化した。

実験機器は、Twister [polydimethylsiloxane (PDMS)-coated stir bar、膜厚0.5 mm、長さ10-mm; Gerstel GmbH & Co. KG] ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) [GC 6890 : Agilent テクノロジー株式会社、HP-5MS のキャピラリーカラム (長さ30 m、内径0.25 mm、膜厚0.25 μ m) 使用/ MS 5973 : Aligent テクノロジー株式会社、70 eV]。装置は、熱脱着システム (TDS)、冷却導入システム (CIS) およびコールドトラップシステム (CTS) (Gerstel GmbH & Co. KG) 搭載型を使用した。

3 結果

サンプリング結果は、2018年5月25日、6月14日はクスノキ由来成分を捕集できた。それ以外は、人工的な成分を吸着してしまった。12個のサンプルから捕集された香り成分とその量は図1の1～10のとおり。

1～10の化合物の名称は、1 ; (E)-beta-ocimene、2 ; n-nonanal、3 ; camphor、4 ; (E)-beta-caryophyllene、5 ; germacrene D、6 ; unidentified sesquiterpene 1、

7 ; unidentified sesquiterpene 2、 8 ; (E, E)-alpha-farnesene、 9 ; (E)-4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene、 10 ; neryl acetone である。

羽化実験の結果は、チャハマキ *Homona magnanima* (ハマキガ科) は5個体観察し、5個体が蛾へと羽化した。以下、ピロードハマキ *Cerace xanthocosma* は1個体 / 2個体が、キバガ科 (Gelechiidae) は2個体 / 5個体が成虫になった。死亡の要因はすべてコマユバチ科の寄生蜂による飼殺し型寄生だった。宿主から出現したのは、キロコウラコマユバチ *Phanerotoma flava* 12個体、ヒメキロコウラコマユバチ *Phanerotoma planifrons* 1個体、未同定のコマユバチ科 Braconidae 2個体だった。採集地ではシェルターの点在するクスノキの周辺を飛ばしヒメキロコウラコマユバチ2個体を捕獲した。

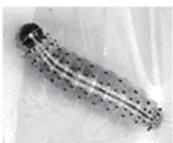
4 結論・考察

ガスクロマトグラフィーで揮発成分を分析した結果、寄生蜂が出現したキバガ (寄生率 60%) とピロードハマキ (寄生率 50%) から食害された葉から、(E, E)-alpha-farnesene が検出され、チャハマキ (寄生率 0%) や非被食葉からはそれが検出されなかった。クスノキから (E, E)-alpha-farnesene が放出されなかった結果、チャハマキには、寄生蜂が訪れなかったといえる。このことから、(E, E)-alpha-farnesene が、クスノキが、自身を食害する植食者の天敵を誘引するために放出する香り成分であることが強く示唆された。

寄生を受けるキバガ・ピロードハマキの2種と寄生を受けないチャハマキの間で、被食葉の出す香り成分のブレンド (種類と量) がなぜ異なるかは、おそらくクスノキが幼虫の唾液成分をシグナルとしているからと考えられる。現在、クスノキ葉に機械的傷をつけて香りのブレンドを変えるか実験中である。

さらに、非被食の放つ香りについて、食害部位から遠い非被食葉では検出されなかった香り成分の4、5、6、7が、シェルターに極く近い場合は非被食葉でも、検出されたことは、被食葉が放つ香り成分に非被食葉が、呼応して被食葉と同種の香り成分を予防的に放出したと考えられる。

このようにクスノキが香りを媒介に昆虫とコミュニケーションをとることで、自ら有利になるよう間接効果を積極的に利用していることが予測された。クスノキ林で優占種であったチャハマキは、クスノキの防衛反応をいかくぐってクスノキを摂食しているといえた。



ピロードハマキ



キバガ幼虫

キロコウラコマユバチ

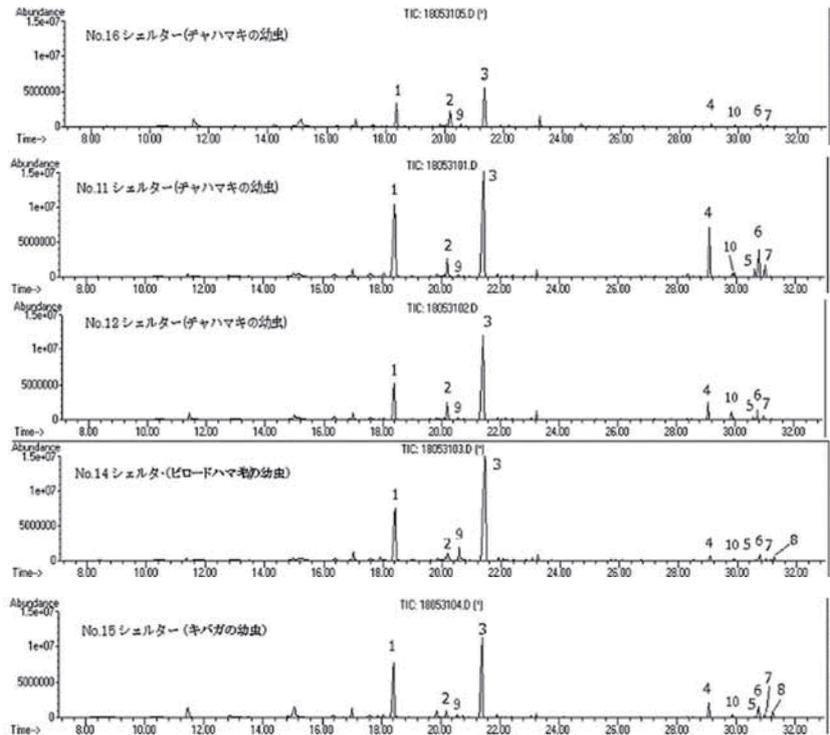


図1 クスノキが生成し放った香成分の同定とその量(クロマトグラム)

