

(論文内容の要旨)

植物の植食者に対する防御戦略には、食害に応答して天敵誘引性の揮発性物質(植食者誘導性植物揮発性物質: Herbivore-Induced Plant Volatiles (HIPV))を放出することによる誘導性の間接防御戦略がある。HIPVは、植食者によって、餌植物を発見するために利用される場合も知られており、その生態的な機能は単純ではない。これまで HIPV が媒介する相互作用の研究は植生が比較的均一な農生態系が中心であった。一方、多様な動植物が共存する自然生態系においては、HIPV が媒介する植物-植食者-捕食者からなる三栄養段階の相互作用はより複雑で、より特異性が高いことが予想される。HIPV の進化を考える上でも重要な自然生態系を研究対象にした HIPV の機能に関する研究は、ほとんどない。本論文では、自然界で同所的に見られる 7 種のヤナギ植物とスペシャリスト植食者のヤナギルリハムシ *Plagiodera versicolora*(以下ハムシ)、そのスペシャリスト捕食者のカメノコテンノウ *Aiolocaria hexaspilota*(以下カメノコ)からなる 3 栄養段階の系を用いて、HIPV を介した植物-植食者、および植物-捕食者間の相互作用の特異性と HIPV の多様な機能を調べたものである。

カメノコはハムシの幼虫のみを餌として利用し、ハムシ成虫は餌として利用できない。このような食性をもつカメノコは、好適な餌である幼虫が食害した植物由来の HIPV に対してのみ反応性を示した。さらにハムシの幼虫が食害したヤナギの HIPV を構成する揮発性物質の質と量は、ハムシ成虫が食害したヤナギ由来の HIPV より多いことを明らかにした。カメノコテンノウ成虫はこの HIPV の違いから好適な餌の存在の有無を見分けていると考えられた。分散性を示し、歩いて株内の餌探索をするカメノコの幼虫では、HIPV に反応性を示さないことがわかった。

次に、ハムシに対する HIPV の機能を調べた。移動能力が高く、株間を移動できるハムシ成虫の餌探索において、その空腹レベル、雌雄の違いに注目して調べた。その結果、空腹状態のメス成虫のみが HIPV に反応した。一方、株内を歩いて移動するハムシ幼虫期では、集合性を示す若齢期には HIPV に選好性を示し、集合性を示さない終齢期では選好性をしめさないことを明らかにした。

最後に、7 種ヤナギ植物がハムシの食害を受けた際のカメノコ誘引性を、8 アリーナからなるオルファクトメーターを考案して比較した。ハムシに対する直接防御形質と間接防御の形質(植食者の捕食性天敵に対する誘引性)の間に相関があることを見出した。

ハムシを誘引するが、カメノコを誘引しないハムシ成虫誘導性 HIPV の放出量と、カメノコを誘引するハムシ幼虫誘導性 HIPV では揮発性物質に質的、量的な違いがあり、全の量に関しては、植食者を誘引する HIPV よりも天敵を誘引する HIPV の方が 4 倍多いことは、植物にとって、生態的コストがかかる場合は HIPV の放出を抑え、利益がある場合は HIPV の放出量が多いという、HIPV 放出戦略の植物の進化の可能性を示唆するものである。この論文で明らかになった相互作用・化学情報ネットワークが生態系の維持・においてどのような役割を果たしているのかは、今後の課題である。

(論文審査の結果の要旨)

植物-食植生昆虫-捕食性昆虫の三栄養段階の相互作用系の研究では、これまで、種子の入手が容易であり、栽培方法も確立している栽培植物を研究対象にする場合が大部分であった。そのため、自然界で実際に植物揮発性物質を介した相互作用がどのくらい一般的かどうか不明であった。さらに、栽培植物では、植物側の HIPV 放出の進化的な過程を明らかにすることが難しい。また、これまでの研究では、草本を研究対象にする例がほとんどであった。

申請者は、実験材料としての扱いが難しい木本植物であるヤナギ植物を用い、ヤナギ植物とその上の生物間相互作用系の解明に挑戦し、様々な興味深い結果を見出した。ヤナギの系での実験においては、自然界の生物群集の様々な側面に注意を払い、包括的な研究を進めることが必要となる。また、生態系における複雑な要因の中から、重要な要因を抽出する能力が必要である。申請者はそのような能力に優れており、以下のような新規の結果を得ていることは高く評価できる。

まず、ジャヤナギを用い、ヤナギルリハムシ誘導性 HIPV に対する天敵(カメノコテントウ)の反応を調べ、餌として利用する幼虫誘導性 HIPV は健全株の揮発性物質よりもカメノコテントウ成虫を誘引するが、餌として利用しない成虫誘導性 HIPV はカメノコテントウ成虫を誘引しないことを示した。また、絶食条件のヤナギルリハムシメス成虫のみは、同種ハムシ成虫誘導性 HIPV に選好性を示すなど、同じ HIPV でも、誘導する植食者の状態(成長段階)や利用する捕食者や植食者の状態(空腹状態や成長段階の違い)によって異なる機能を持つことを自然生息地の相互作用系で示したユニークな研究である。

さらに、7種のヤナギ植物の揮発性物質に対する捕食者(カメノコテントウ)の選好性と植食者(ヤナギルリハムシ)に対するヤナギの直接防御レベルとの間に負の相関があることを示した。また、室内実験および、野外調査から、天敵の選好性と植食者の選好性に正の相関があることを示した。これらの成果は、HIPVの生態的機能を群集レベルに拡張した、これまでに無い新規の研究成果といえる。

本研究の結果により、自然条件下での木本植物の三栄養段階相互作用研究のモデルケースを確立した重要な研究であると評価できる。また自然生態系における草本系生物間相互作用ネットワークと木本系のそれとの比較が可能になった。今後、本研究を基盤として、野外環境での HIPV 放出によって植物が植食者による食害をどの程度抑えられるか、さらにその結果、植物の適応度がどの程度向上するのかを調べていくことで、植物の HIPV 放出戦略の進化を解き明かす可能性がある。それはさらに、申請者が示した化学情報ネットワークが生物多様性の維持・促進において重要な役割を果たしていることも示すものとなる。以上の理由により、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。