

落葉広葉樹の葉を餌とした食性の異なる植食性昆虫の生残

北海道大学大学院農学院
 岩手大学農学部
 北海道大学大学院農学研究院

及川 聞多
 松木 佐和子
 斎藤 秀之・澁谷 正人・
 小池 孝良

はじめに

植物の葉は毒物質、不快な味や臭いなどの化学防御、硬さや毛状体（トリコーム）などの物理的防御、植食性昆虫の出現と出葉の時期をずらすフェノロジカル・エスケイプなど様々な防御方法をとっている。さらに植食性昆虫の摂食に対抗して防御力を向上させる誘導防御と呼ばれる防御機構も存在する(1)。これらのことから、植食性昆虫にとって、植物は空間的、時間的に変異の大きい、餌として”利用しにくい”資源である(7)。この特徴を究明し、樹木本来の防御能力を活かした森林の保護管理が考えられている(5)。しかし、植物の防御に対抗して植食性昆虫も、解毒能力、大きな口、強い顎の獲得や餌としての条件が良い時期に出現を同調させる、といった様々な適応を示すため、植食性昆虫側の視点から餌である植物の利用特性を明らかにすることも重要である。

植食性昆虫は狭食者と広食者に分類することができる。狭食者は特定の植物または植物群との共進化の結果、その被食防御を克服し、高い利用能力を持つが、その他の植物はほとんど利用することができない(3)。一方、広食者は多くの植物を利用することができるが、高い被食防御に対しては弱いとされている。本研究で取り扱ったハンノキハムシは狭食者に分類され、カバノキ科ハンノキ属樹木の葉を食害することで知られている。さらに、カンバ類など他のカバノキ科を食害することが野外において確認されている。幼虫の出現期間は6月上旬から8月下旬である(図-1)。広食者の植食性昆虫として取り扱うマイマイガも、また多くのカバノキ科樹木を好んで摂食することが知られている(4)。この種の幼虫の出現期間は5月上旬から7月中旬である(図-1)。

本研究では、植物は時間的に変異の大きな資源であることから、ハンノキハムシとマイマイガでは植物の餌としての質の変化に対する反応が異なると予想した。ハンノキハムシが特定の植物との共進化を遂げているのならば、マイマイガよりも植物の被食防御能の向上に対して高い耐性を持つと考えられる。また、その幼虫の出現時期の違いにも注目し、利用植物の餌としての性質の変化に合わせた生活史の適応であると推論した。

これらの点を踏まえて、これら2種の飼育実験を行い、その結果の比較から食性と樹木の被食防御能の関係を考察し、さらに、ハンノキハムシ幼虫の出現時期が初夏である理由について推論した。

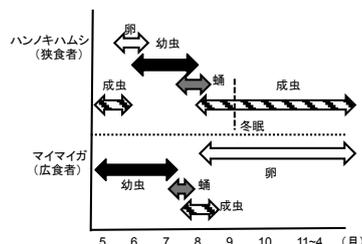


図-1 実験昆虫の生活史(9)より作成

材料と方法

1) 実験昆虫

実験材料として用いたハンノキハムシとマイマイガは北大構内で採取した卵塊から2010年の7月上旬にふ化したものである。マイマイガの卵塊は採取後、実験開始時まで冷蔵庫で保存した。

2) 実験樹木

餌として与えた樹種はカバノキ科ハンノキ属のケヤマハンノキ (*Alnus hirsuta*)、カバノキ科カバノキ属のダケカンバ (*Betula ermanii*)、ウダイカンバ (*Betula maximowicziana*)、シラカンバ (*Betula platyphylla var. japonica*)、比較対象としてカバノキ科の属するブナ目に同じく属する系統的に比較的近縁なブナ科コナラ属のミズナラ (*Quercus mongolica var. crispula*)、系統的に近縁ではないが、耐陰性が高く北海道において典型的な樹種であるカエデ科カエデ属のイタヤカエデ (*Acer mono*) をアウトグループとして用いた。餌として用いた生葉は、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの札幌研究林(43° 4'N, 141° 20'E)に植栽された5年生のケヤマハンノキ、2年生のシラカンバ、ダケカンバ、ウダイカンバ、ミズナラ、5年生のイタヤカエデ稚樹から採取した。なお、実験樹木の植栽地ではハンノキハムシによるカバノキ科樹木の食害が見られ、特にケヤマハンノキは毎年大きな被害を受けている。また、材料を採取したケヤマハンノキは過去の実験でもマイマイガの餌として利用され、その餌としては比較的好適だった(3)。

3) 実験方法

ふ化直後のハンノキハムシ、マイマイガを、丸形プラスチックシャーレ1つに5匹ずつ入れ、それぞれの樹種の生葉を餌として与えて日長16時間、22℃の恒温条件下で飼育した。実験は各樹種について2反復、つまり1樹種につき10匹ずつ飼育した。しかし、実験途中でハンノキハムシはケヤマハンノキで2個体、ウダイカンバで1

Monta OIKAWA (Graduate School of Agriculture, Hokkaido Univ. Sapporo 060-8589), Sawako MATSUKI (Faculty of Agriculture, Iwate Univ. Morioka 020-8550), Hideyuki SAITO, Masato SHIBUYA, Takayoshi KOIKE (Research Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ. Sapporo 060-8589)

個体ずつ、マイマイガはダケカンバ、ウダイカンバでそれぞれ1個体ずつ実験者の不注意により死亡した。シャーレのサイズは幼虫のサイズを考慮し、ハンノキハムシでは直径90mm、深さ20mmであり、マイマイガでは直径150mm、深さ20mmである。餌として用いた葉は当年枝の先端から数えて3~5枚目の完全展開葉である。シャーレ内には乾燥を防ぐために湿らした脱脂綿を置いた。ハンノキハムシについては予備実験の結果から、蛹化が近いと思われるサイズに達する個体が現れた時点で、市販の園芸用腐葉土を約10mmの深さで敷いた直径150mm深さ20mmのプラスチックシャーレに移した。

飼育実験後、それぞれの実験昆虫の生残率(%) (蛹になるまでの生残個体数/飼育個体数×100)を餌とした樹種ごとに算出した。このとき、前述の不注意により死亡した個体は飼育個体数に含めなかった。

結果

ハンノキハムシの生残率はケヤマハンノキ、ダケカンバ、シラカンバで高く、ウダイカンバで低い傾向が見られた。ミズナラ、イタヤカエデを餌とした場合には蛹まで成長したものはなかった(図-2)。ミズナラを餌とした個体の一部には摂食行動が見られたが、イタヤカエデを餌とした個体には摂食行動はみられなかった。

マイマイガの生残率はダケカンバとシラカンバで高く、ウダイカンバで中程度、ミズナラで低い傾向が見られた。ケヤマハンノキとイタヤカエデでは摂食行動は見られたが、蛹まで成長した個体はなかった(図-3)。

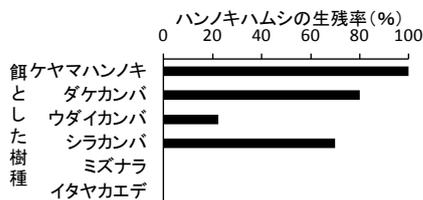


図-2 ハンノキハムシの生残率

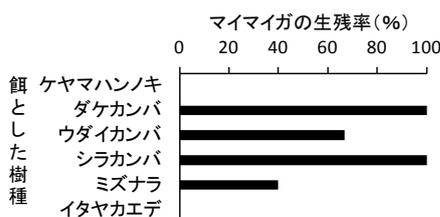


図-3 マイマイガの生残率

考察

まず、それぞれの昆虫の樹種ごとの生残率について考察する。ハンノキハムシの実験結果は、カバノキ科樹木で蛹まで成長可能であり、その他の樹種では系統的にカバノキ科に近いミズナラが比較的餌として適していた。このことから、ハンノキハムシが餌とできる樹木は樹種の系統関係と対応する可能性が示唆され、カバノキ科樹木との共進化が推測される。マイマイガの生残はケヤマハンノキで良好(4)、イタヤカエデでやや不良であるが、蛹までの成長は可能であること(6)が先行研究では報告されており、今回の実験結果はこれらと一致しない。餌として与えたケヤマハンノキは野外におい

てハンノキハムシの食害を毎年受けていた。このことから餌として用いたケヤマハンノキには食害に対抗して被食防衛能を向上させる誘導防御が生じていたと考えられる。これに対して、広食者であるマイマイガは被食防衛能の向上に対する耐性が低いと考えられるため、かつては餌として利用したケヤマハンノキを餌にできなくなったと推察した。カエデ類のマイマイガの生残率は、実験開始時期が遅くなるほど低下すると報告されており(8)、イタヤカエデを餌としたマイマイガが生残しなかったのは、遅い時期に実験を始めたことが原因であると推測される。

ハンノキハムシの生残率はケヤマハンノキを餌とした場合にマイマイガとの大きな違いがみられた。ハンノキハムシは狭食者であることにより、広食者マイマイガに比べ被食防衛能の向上に対して耐性があると考えられる。

次に、ケヤマハンノキとハンノキハムシの生活史の関係について考察する。ケヤマハンノキは順次開葉型の樹木であり、春先の個葉面積は夏の葉の約1/10の面積しか無く、寿命も40~90日と短い(2)。このことから、ハンノキハムシの幼虫の初夏での出現は春先には餌が得にくいことによると推察した。

以上から、狭食者であるハンノキハムシは被食防衛能が向上した餌を利用でき、量の少ない餌は条件が悪いため、春先は卵で過ごすという生活史を持つと推察した。

謝辞

本研究には科学研究費(基盤研究 B:代表・原田光)の一部支援を得た。記して感謝する。

引用文献

- (1) Karban, R. and Baldwin, L.T. (1997) Induced responses to herbivory. The University of Chicago Press, USA, 319pp.
- (2) 菊沢喜八郎 (1986) 北の国の雑木林: ツリー・ウォッチング入門. 蒼樹書房, 東京, 220pp.
- (3) Levins, R. and MacArthur, R. (1969) An hypothesis to explain the incidence of monophagy. *Ecology* **50**: 910-911.
- (4) Matsuki, S., Hara, H., and Koike, T. (2003) Comparison of Foliar Defense by Chemical Analysis and Bioassay in Betulaceae Seedling. *Proceedings IUFRO Kanazawa 2003 "Forest Insect Population Dynamics and Host Influences"*. 107-109.
- (5) 松木佐和子・小池孝良 (2004) 被食防衛の樹種特性を生かした森林保全管理. *北方林業* **56**: 185-188.
- (6) 西口親雄・有沢浩 (1966) 食餌樹種のちがいによるマイマイガの発育のちがい. *日林北支講* **15**: 132-136
- (7) 大串隆之 (1993) 昆虫と植物の多様な相互関係を探る. (動物と植物の利用しあう関係. 川那部浩哉監修, 鷲谷いづみ・大串隆之編, 平凡社, 東京.) . 9-31.
- (8) Raupp, M. J., Werren, J. H., and Sadof, C. S. (1988) Effect of Short-Term Phenological Change in Leaf Suitability on the Survivorship, Growth, and Development of Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae) Larvae. *Environmental Entomology* **17**: 316-319.
- (9) 林業試験場北海道支場保護部 (1985) 北海道樹木病害虫獣図鑑. 北方林業会, 札幌, 223pp.