

ヨモギタマバエと寄生蜂の共進化

宮城県仙台第三高等学校

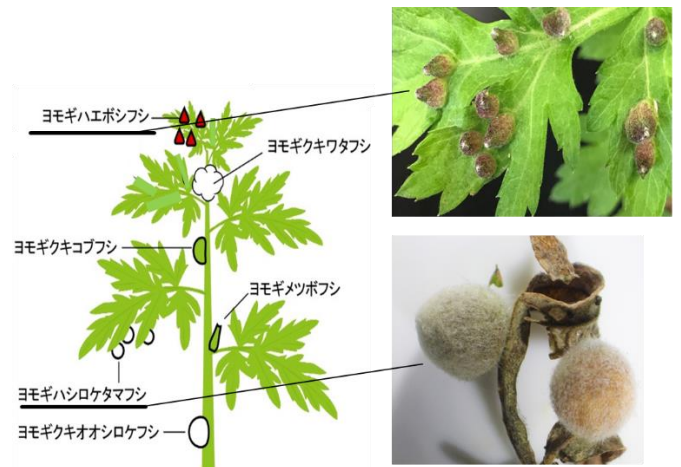
15 班

ヨモギタマバエはヨモギに寄生したとき、虫えいを形成する。虫えいとは昆虫が寄生するときに植物が反応してできるこぶのようなものであり、中央の空間に虫が生息していて、できる場所によって種類が異なる。先行研究よりヨモギタマバエが複数種存在し、それに伴って虫えいも複数種存在することが分かっている。⁽²⁾本研究ではヨモギタマバエに寄生する寄生蜂もヨモギタマバエの種類によって、共進化しているのかどうかを明らかにすることを目的として研究を行った。共進化とは生物がほかの生物に適応していく過程で、両方の生物が互いに進化していくことである。それぞれの虫えいによって寄生蜂の種類に違いがあるのか調べるため、四種類の虫えいから寄生蜂を採取しそれらを観察した。観察には電子顕微鏡を用いた。その結果四種類すべての胸部に違いが見られたが、その中の二種類だけに大きな違いが見られた。ヨモギタマバエの系統樹から見ると、それは系統が遠いことによる遺伝子の違いであると分かる。これより、ヨモギタマバエの系統関係との相関が示唆された。

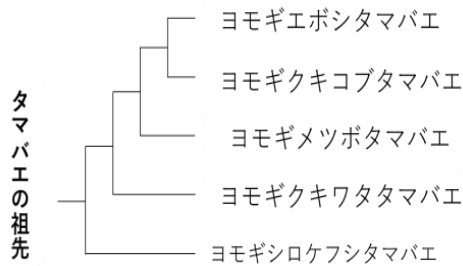
1 背景

ヨモギタマバエとはヨモギに寄生する双翅目タバエ科に属する昆虫の総称であり、先行研究より複数種存在することが確認されている。寄生すると虫えいを形成し、その中に卵を産みつける。虫えいとは昆虫が寄生することで植物の表面組織が異常肥大成長してできるコブである。先行研究より虫えいもまた複数種存在しており、それぞれの種類のタマバエは異なる種類の虫えいに寄生することがわかっている。⁽²⁾虫えいの種類の違いは肉眼で容易に確認することができる。(図1)さらに先行研究での分子系統解析より、ヨモギタマバエの系統関係が推定されている。(図2)寄生蜂とは膜翅類寄生蜂科に属する昆虫の総称であり、昆虫や植物に寄生し、幼虫は宿主を食べて成長する。そして今研究ではヨモギタマバエに寄生する寄生蜂を用いる。また、共進化とは宿主と寄生者のように利害が対立する関係の場合、一方が進化すると他方がそれに対抗する進化を遂げることである。訪花昆虫と花のような共生関係では、例えば、ランの花が細長くなるにつれて、その蜜を吸うガの口器がのびることが挙げられる。顕微鏡で寄生蜂

を観察したところ個体差が見られたことから寄生蜂は複数種類存在していることが示唆された。そうした場合、ヨモギタマバエの種分化に対応している、すなわちヨモギタマバエと寄生蜂が共進化しているという仮説を立てて以下の実験を行った。



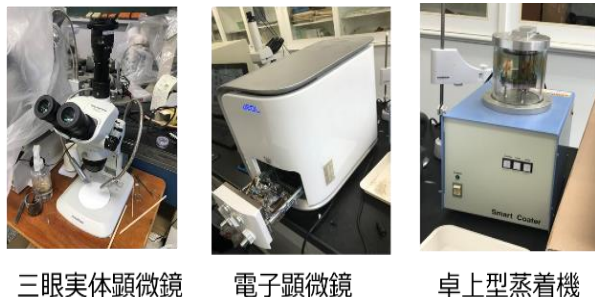
(図1) 虫えいの分布と形状の違い



(図2) ヨモギタマバエの系統樹

2 材料と方法

観察する対象としては、現在確認されている寄生蜂の中で三高付近で採集することのできる、観察できる時期であった「ヨモギハシロケタマフシ」、「ヨモギクキワタフシ」、「ヨモギクキコブフシ」、「ヨモギハエボシフシ」の四種の虫えいから採取できる寄生蜂を用いた。寄生蜂には外部寄生を行うトリムス族 (*trimus*. sp) と内部寄生を行うヒメコバチ科の寄生蜂の二種類が存在するが、今回はトリムス族 (*trimus*. sp) のみを用いて観察を行った。⁽¹⁾ また、観察には主に三眼実態顕微鏡と電子顕微鏡を用いて行った。三眼実態顕微鏡では寄生蜂の全身を観察し、寄生蜂の大まかな違いを調べ、電子顕微鏡では、一般に昆虫類の進化の過程による種ごとの違いが顕著に表れるとされている胸部を観察した。電子顕微鏡の観察倍率は150倍で統一して観察した。電子顕微鏡の観察では、観察対象に蒸着処理を施して観察を行った。



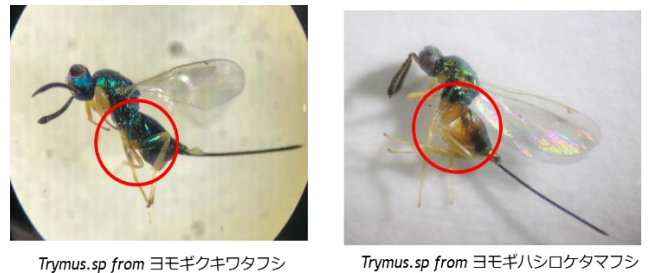
三眼実態顕微鏡 電子顕微鏡 卓上型蒸着機

(図3) 実験器具

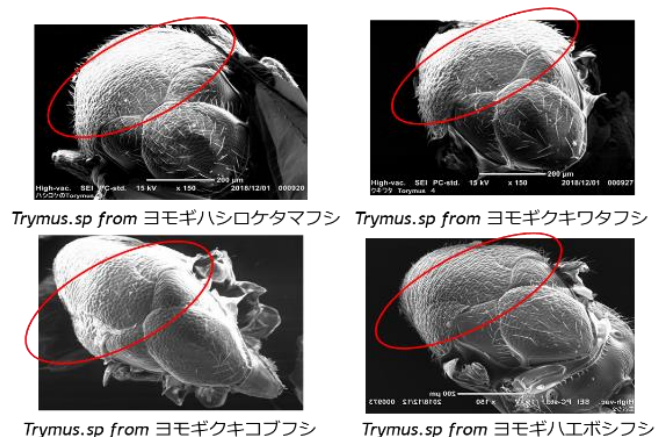
3 結果と考察

三眼実態顕微鏡を用いた観察の結果、上記の4

種類から採取した寄生蜂のうち、ヨモギハシロケフシから採取した寄生蜂のみ腹部の色が黄色で他の3種の腹部は外骨格と同様の緑色になっていた。また、足にも同様な色の違いがヨモギシロケフシから採取した寄生蜂にのみ見られた。(図4) また、電子顕微鏡を用いた胸部の観察から、寄生蜂の胸部が複数の凹凸で構成されていることが判明し、その中でも「ヨモギハエボシフシ」、「ヨモギクキコブフシ」の二種から採取した寄生蜂(以降Iとする)と「ヨモギクキワタフシ」、「ヨモギハシロケタマフシ」の二種から採取した寄生蜂(以降IIとする)の胸部に違いがみられた。Iの胸部には凹凸を形成している溝のうち、2本の溝が深く入っているのに対し、IIの胸部ではその2本の溝がIと比べて浅い、もしくは観察できないほどであった。(図5) これらI、IIの胸部の違いは目視で違いが把握できるほど明瞭なものである。



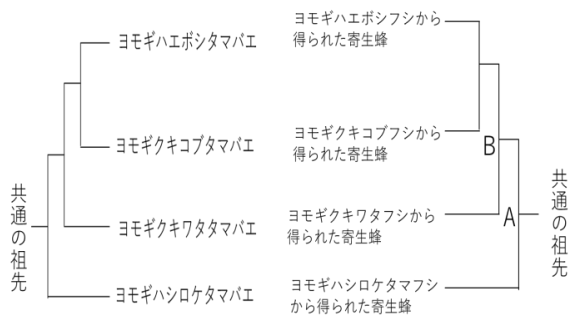
(図4) 寄生蜂ごとの腹の色の違い



(図5) I (上段) とII (下段) の溝の違い

私たちはこれらの種類ごとの変化を寄生蜂の進化によるものと考えた。そして、この寄生蜂の

形態の違いが宿主であるヨモギタマバエの形態と関係していると仮定した。そうした場合、ヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂とほかの寄生蜂の腹の色が異なっているという違いや胸部の凹凸を構成する溝の違いは宿主であるヨモギタマバエの系統の対応するのではないかと考えた。また、ヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂のみ腹の色が黄色だったことから、この寄生蜂はほかの寄生蜂と系統が離れていると考え、胸部を構成している溝の違いがⅠとⅡの二種類に分けられたことから、ⅠとⅡのそれぞれの寄生蜂は系統が近いと考えた。そしてそこからAの分岐点で腹の色が黄色の寄生蜂と緑の寄生蜂に分化し、次のBの分岐点で胸部の溝が深い寄生蜂と浅い寄生蜂に分化したという仮説を立てた。そして私たちはこの仮説とヨモギタマバエの系統樹をもとに寄生蜂の系統樹を作成した。(図6)



(図6) 寄生蜂の系統樹

もしこの仮説が正しく、寄生蜂が図6のような系統をしていたならば、同じような寄生関係における共進化の例(セミとセミタケ等)から、ヨモギタマバエと寄生蜂の二種も共進化していると言えるのではないだろうか。共進化とは、共生関係や寄生関係にある生物の一方が何らかの要因で進化し、それに対応できなかったもう一方の生物がたまたま進化してその二種の新しい共生関係または寄生関係が確立するということであるため、寄生蜂とヨモギタマバエが共進化しているとすると、複数の寄生蜂がそれぞれ専門的にヨモギ

タマバエに寄生することになるため、寄生蜂の生息数や分布を調べるのが可能になると考えられる。

4、実験のまとめ

私たちは今回、三眼実態顕微鏡と電子顕微鏡を用いた肉眼による観察によって、寄生蜂の腹の色及び胸部を構成する凹凸の違いを発見することができた。そして、腹の色の違いからヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂の系統がほかの3種類の系統と離れていると考え、胸部を構成する溝の深さの違いからⅠのヨモギハエボシフシとヨモギキコブフシから採取された寄生蜂の二種とⅡのヨモギキワタフシとヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂の二種の系統がそれぞれ近いと考えた。そして、それらの要因をもとに寄生蜂の系統を考えると、宿主であるヨモギタマバエの系統と対応していることが明らかになった。また、その対応しているという結果は寄生蜂とヨモギタマバエが共進化していることを示唆していると考えた。そして、この結果は寄生蜂の生態及び宿主であるヨモギタマバエとの関係を明らかにすることができたと言えるのではないだろうか。また、今後の課題としては、今回肉眼による観察で寄生蜂の種類ごとの個体差や違いを発見することができ、それらと宿主であるヨモギタマバエの系統との関係から共進化であることが示唆されたため、今後は分子系統解析を行い、今回立てた寄生蜂とヨモギタマバエの共進化の仮説を実証し、今回の実験結果をより明瞭なものにしていきたい。また、分子系統解析で寄生蜂の種類ごとの遺伝子を調べることで寄生蜂の断定を可能にしたい。加えて、今回用いた四種以外の寄生蜂(ヨモギエボシフシに寄生するもの等)の研究も行い、より詳しい寄生蜂の分類をおこないたいと考えている。

5、参考文献

(¹) <https://himebati.jimdo.com/web> 寄生蜂図鑑

(²) 虫えいを形成するヨモギタマバエの分子系統解析