

学 位 論 文 題 名

Compensatory response of willow
to spittlebug oviposition and its indirect effects
on subsequent spittlebug generations

(マエキアワフキの産卵行動に対するヤナギの補償的成長と
その補償作用が次世代のマエキアワフキに与える間接的効果)

学位論文内容の要旨

マエキアワフキ *Aphrophora pectoralis* の産卵行動がエゾノカワヤナギ *Salix miyabeana* とオノエヤナギ *Salix sachalinensis* のシュート生長パターンに与える直接的な影響とその影響が次世代のマエキアワフキの産卵行動に与える間接的な効果を調査した。

まず最初に、マエキアワフキの生活史を明らかにするために、石狩川河川敷(北海道)に広く分布しているエゾノカワヤナギとオノエヤナギを調査木に選び、調査を行った。マエキアワフキは、ヤナギを寄主植物とする汁吸性の昆虫である。本種は、年1化性で卵で越冬する。卵の孵化はヤナギの当年シュートが伸び始める5月の中旬頃に、交尾・産卵行動は当年シュート生長がほぼ完了する8月上旬から10月中旬にかけて見られた。アワフキメス成虫は、長い当年シュートに対して強い産卵選好性を示し、当年シュートの先端内部に卵塊を埋め込む。このため、産卵されたシュートの先端部は1週間以内に枯死した。また、2種類のヤナギ間で幼虫のパフォーマンス(体サイズ、生存率、発育期間)と卵寄生率に差が無いのにも関わらず、メス成虫はエゾノカワヤナギよりもオノエヤナギを産卵場所として好む傾向を示した。

また、長いシュートに対する産卵選好性に影響を与えていると考えられる4つの要因(シュートの硬さ、シュートの落枝率、シュートの質、卵寄生率)とシュート長の関係を調査した。2種類のヤナギ共に、シュート長の増加に伴ってシュートは硬くなり、落枝率は減少した。一方、卵寄生率、シュートの質(窒素)とシュート長の間に、関係はみられなかった。

次に、1998年秋におけるアワフキの産卵が翌年のシュート生長に対してどのような影響を与えるのかを調査した。2種類のヤナギともに、1998年秋に産卵を受けたシュート(O-shoots)の先端部はほぼ100%枯死した。その結果、1998年秋に産卵を受けていないシュート(N-shoots)に比べてO-shootsでは、1999年春における枯死した芽の数は増加し、当年シュートの数は減少した。

1999年秋において、2種類のヤナギ共にN-shootsに比べてO-shootsでは、当年シュートは長くなりシュート数は減少した。その結果、O-shootsとN-shootsの間に、総当年シュート長の差はみられなかった。同様に、N-shootsに比べてO-shootsでは、当年シュートあたりの葉の枚数は増加したものの、O-shootsとN-shootsの間に、葉の総枚数の差はみられなかった。また、N-shootsに比べてO-shootsでは、1999冬か

ら2000年春にかけての当年シュートの落枝率が、低い傾向がみられた。その結果、O-shoots と N-shoots の間に、2000年春における生存した当年シュート数の差はみられなくなった。また、N-shoots に比べて O-shoots では、生存した当年シュートは長かった。その結果、N-shoots に比べて O-shoots では、生存した総当年シュート長は長くなった。2000年秋において、N-shoots に比べて O-shoots では、2000年度の当年シュートは長くなり、本数も増加した。その結果、N-shoots に比べて O-shoots では、2000年度の総当年シュート長は長くなった。

最後に、アワフキの産卵（1998年秋）によって引き起こされたシュート生長パタンの変化が、次世代のアワフキの産卵行動（1999年秋と2000年秋）に与える影響を調査した。2種類のヤナギにおいて共に、1999年秋と2000年秋において、N-shoots に比べて O-shoots では当年シュートあたりの卵塊数が多い傾向がみられた。一方、1999年秋において、N-shoots と O-shoots の間に総卵塊数の差はみられなかったものの、2000年秋において、N-shoots に比べて O-shoots では増加する傾向がみられた。

以上の結果から、アワフキの産卵によるシュートの先端部の枯死は（1998年秋）、1年目には損失を完全に補う補償的生長を、2年目には、損失を上回る過剰な補償的生長を引き起こした。さらに、2年目の過剰補償反応は、次世代のアワフキの産卵行動（2000年秋）に対して正の間接効果を与えていることが明らかになった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 戸 田 正 憲

副 査 教 授 原 登志彦

副 査 助教授 工 藤 岳

副 査 教 授 大 串 隆 之 (京都大学生態学研究センター)

学 位 論 文 題 名

Compensatory response of willow to spittlebug oviposition and its indirect effects on subsequent spittlebug generations

(マエキアワフキの産卵行動に対するヤナギの補償的成長と
その補償作用が次世代のマエキアワフキに与える間接的效果)

植食性の生物間で見られる相互作用は、これまでその効果の検出が容易な干渉あるいは消費型競争といった直接的作用を中心に研究されてきた。しかし近年、植物を介した間接効果の重要性が注目されつつある。植物を介した間接効果は、植物を利用する生物（昆虫が多い）によって引き起こされる植物の質的・量的な変化が、同じ植物体上の他の生物の適応度に影響を与える現象であり、植物を利用しそこで生活するいろいろな生物を互いに間接的に結び付けていると考えられる。申請論文は、吸汁性昆虫とその寄主植物であるアワフキムシ・ヤナギ系を対象にして、特に、これまで注目されて来なかった同一種の世代間で見られる間接効果を明らかにすることを目的としている。

まず、アワフキの産卵が翌年のヤナギのシュート生長に対してどのような影響を与えるのかを調査している。アワフキの産卵を受けていないシュート (N-shoot) に比べて、先端部に産卵を受けたシュート (O-shoot) では、先端部の芽の枯死により、翌年 (1年目) の当年シュートの数は減少した。しかし、同年秋までには、その損失を完全に補償するシュート伸長が見られること、さらに、2年目の秋には、アワフキの産卵による1年目のシュート損失を上回るシュートの数および長さの増大 (過剰補償) が見られることを明らかにした。これらの結果は、アワフキの産卵行動はヤナギに補償的なシュート生長を引き起こさせること、またその反応が年次間で増幅することを示した点で大変興味深い。

次に、アワフキの産卵によって引き起こされたシュート生長パタンの変化が、次世代のアワフキの産卵行動に与える影響を調査している。1年目の秋において、N-shoots と O-shoots の間に総卵塊数の差は見られなかったものの、2年目の秋には、N-shoots に比べて O-shoots で増加する傾向が見られた。これららの結果から、アワフキの産卵によって引き起こされた補償的なシュート生長が、次世代のアワフキの産卵行動 (2年目) を促進する効果を与えて

いること、つまり、同一種の世代間で植物を介した間接効果が見られることを明らかにした点が、特に注目に値する。

以上の研究によって、植物を介した間接効果は異なる昆虫間だけでなく同一種内でも見られることが明らかになり、その効果は植物体上で広く見られる普遍的な現象であることが示唆された。特に、これまで明らかにされた被食防衛系の相互作用が、どちらかという負のフィードバック効果をもち、系を安定化させる働きを持つと考えられるのに対して、植物の補償反応を介した正のフィードバック効果は、植物体上の昆虫の多様性を大きく変化させる働きを持つと考えられる。生物の進化を考える上で、このように変化を増幅させ、系を不安定化させる内在的プロセスは極めて重要であり、生物進化の段階的適応放散パターンを説明する機構の1つとして、今後注目される価値がある。本研究の成果はそのような端緒を開く可能性を秘めており、その意義は非常に高く評価される。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判断する。