

氏 名	みず まち え り 水 町 衣 里
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1673 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 地 域 環 境 科 学 専 攻
学位論文題目	植食性昆虫の食害に対するコナラ稚樹の補償成長反応及び誘導防御反応

論文調査委員 (主査) 教授 武田博清 教授 高藤晃雄 教授 二井一禎

### 論 文 内 容 の 要 旨

植物は食害を受けた後、新たな成長や繁殖をすることによって、個体の適応度を維持しようとする反応（補償成長反応）や食害後、防御効果が認められるような物質・構造を生産し、新たな食害を防ごうとする反応（誘導防御反応）を起こすことが知られている。しかし、これまで木本植物のモジュラー性を考慮して、補償成長反応や誘導防御反応を明らかにした例はほとんどない。本研究では、温帯の代表的な樹木であるコナラのモジュール構造に着目して、補償成長反応と誘導防御反応の調査を行った。

第1章では、コナラ稚樹において、補償成長反応と誘導防御反応を明らかにする意義を論じた。植物が利用できる資源は限られているため、補償成長反応と誘導防御反応のどちらも最大限に発揮することは不可能である。このことから、補償成長反応と誘導防御反応との間には、トレードオフの関係があると予測されている。同じ種であっても、植物が利用できる資源の量に応じて、優先させる反応が異なることも知られている。しかし、補償成長反応と誘導防御反応とのバランスに環境条件の異質性がどのように関与しているのかについては、明確な結論が出ていない。本研究では、特に、土壤養分条件に注目した。植物の成長率や葉質だけでなく、植物組織の質を通じて植食者の分布や成長率にも影響を及ぼし得るため、植物と植食性昆虫の相互作用を考える上で重要な要因であると考えられるからである。本研究では、温帯の代表的な樹木であるコナラの稚樹を用いて、野外操作実験を行った。個体・シュート・葉といった個体を構成する各レベルでの反応に注目することにより、土壤の養分条件が補償成長反応と誘導防御反応の発現にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることが本研究の目的である。

第2章では、本研究で用いた実験設定の説明を行った。コナラ稚樹（120個体）を鉢植えにし、ビニルハウスの中に設置した。植食性昆虫による食害の有無（虫ありと虫なし）と土壤養分条件（養分多と養分少）の2つの条件を調節することで、4つの処理区（虫あり養分少、虫あり養分多、虫なし養分少、虫なし養分多）を設けた。

第3章、第4章では、土壤養分条件の違いが、コナラの補償成長のパターンに与える影響を論じた。特に第3章では、コナラ稚樹の個体レベルでの反応に注目し、第4章では、シュートレベルでの反応に注目した。土壤養分条件に関わらず、食害を受けた個体は、短いシュートを数多く出すという補償的なシュートの再生産を示した。新たなシュートを生産する確率が高く、個々のシュートも長かった。このシュートレベルでの効果を反映して、個体レベルでの総シュート数、総シュート伸長量や総葉数などは、土壤養分の多い個体で大きい値をとった。つまり、土壤養分の多い個体では、少ない個体に比べて、食害を受けた後に新たな成長に多くの資源を投資することが可能であったことが示唆された。

第5章では、第3章や第4章で明らかにした成長のパターンの変化に応じて、葉に蓄積する二次代謝産物がどのように変化するかを論じた。食害を受けた個体では、葉中のフェノール類が増加するなどの誘導防御反応が見られた。特に土壤養分が限られている場合、フェノール類が増加は顕著に現れ、より防御的な反応を示すことが示唆された。

第6章では、食害を受けた翌年にコナラ稚樹がどれほどの成長量を示したのかを論じた。コナラ稚樹は、食害を受けても、

その年のうちに、土壤養分条件に応じた補償成長反応や誘導防御反応を行うことができ、次年度の成長を減少させることはないことが示された。

第7章では、第3章から第4章までの結果の総合的な考察を行った。コナラ稚樹では、食害に対する両反応の現れ方が、土壤の養分条件によって異なることがわかった。土壤養分が多い場合には補償成長反応を、土壤養分が多い場合には誘導防御反応を、より優先していた。稚樹にとって、葉の損失は、個体の生存や成長に大きく影響する。つまり、稚樹段階で、食害に対してどのような振る舞いをするのかは、コナラの個体群や種の存続にとって重要であると考えられる。環境の異質性の高い森林内で、利用できる資源の状態に合わせた対植食者戦略をとることが、コナラ個体群の存続にとって、重要な役割を果たしている可能性が示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

森林生態系において、植食性の昆虫の摂食の割合は少ない。しかし、昆虫の食害は、植物の当年の枝の生産性などを通して樹木の生長様式に大きく影響を与えている。植物が葉を失うことにより、どのような変化が起こるのか、また、植物の変化が植食性昆虫にどのような影響を与えるのかなど種特有の現象を明らかにすることは、樹木と昆虫の相互関係を理解する上で重要である。

本研究では、温帯の代表的な樹木であるコナラの稚樹を用いて、植食性昆虫による食害と土壤養分条件に対する、植物の当年枝の形態的、形質的な可塑性を定量的に明らかにしている。主な成果は以下の通りである。

1) これまで、植物と植食性昆虫の相互関係は、森林生態系の中でも主要な関係の一つであるにもかかわらず、生態系全体の生産量に比べて、植食性昆虫による被食量が少ないこともあり、植食者による被食の影響は無視されることが多かったが、樹木のモジュール性に注目することで、樹木—昆虫の相互関係の研究に新しいアプローチを提供している。

2) 個体・シュート・葉といった個体を構成する各レベルでの反応に注目することにより、コナラ稚樹の補償成長反応のパターンとそのメカニズムを明らかにした。コナラ稚樹は、個々のシュートレベルで、食害に対して高い形態的な可塑性を示し、その結果、稚樹全体のレベルでの補償成長を達成できていたことを明らかにした。

3) 同じ個体内の葉やシュートであっても、タンニンなどの二次代謝物による誘導防御反応の現れ方が食害に対して異なることを明らかにした。コナラの苗木での葉やシュートがその個体の成長に寄与する程度が大きいほど、誘導防御反応が強く現れることが示唆された。

4) これまでの研究では、木本植物が、当年の枝などの繰り返しからなるという樹木のモジュラー性が考慮されてこなかった。本研究では、コナラの当年の枝モジュールのサイズや分枝の構造に着目して、コナラの補償成長反応と誘導防御反応を明らかにしている。その結果、コナラ稚樹では、食害に対する量的な反応の現れ方が、土壤の養分条件によって異なることを明らかにしている。さらに、コナラ稚樹は利用可能な資源の状態に合わせて補償成長反応と誘導防御反応を用いることを明らかにしている。

以上のように本論文は、コナラ稚樹に対する植食性昆虫の食害が、コナラ稚樹の当年枝の形態ならびに形質的な可塑性を通して稚樹の補償成長や誘導防御反応を生じていることを、明らかにしたものであり森林生態学、森林保護学の分野に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年1月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。