

(論文内容の要旨)

植物は植食者からの被食を逃れるために、さまざまな防衛戦略を備えている。特に、食害後に起こる植物の誘導抵抗性は、植物の被食防衛のための重要な手段である。誘導抵抗性を含めた植物の被食防衛は、資源利用において生理的なコストを伴うため、植物の獲得できる資源の量に依存する。植物の栄養塩類の獲得は、土壌の微生物との相互作用から大きな影響を受ける。特に、植物根と共生するアーバスキュラー菌根菌 (AM 菌) は、植物から光合成生産物を受け取る一方で、植物にとっての栄養塩類の供給を大きく増加させる。このため、AM 菌は資源供給を介して、植物の被食防衛に影響を与える可能性がある。本研究では、AM 菌が植物の被食防衛に果たす役割についての理解を深めるため、以下の課題について研究をおこなった。

(1) 菌根共生が植物の誘導抵抗性に及ぼす影響

ポット試験より、ミヤコグサがナミハダニに対する誘導抵抗性を持つことが示された。AM 菌を接種したミヤコグサを用いて、AM 菌が植物の抵抗性に与える影響を評価した。その結果、AM 菌はミヤコグサの恒常的な抵抗性には影響しなかったが、誘導抵抗性の発現を促進することが明らかになった。

(2) 地上部の食害に対する菌根共生の短期的な応答

AM 菌を接種したミヤコグサを用いて、地上部のハダニの食害後の菌根共生の時間的な変化を調べた。菌根共生の変化については、AM 菌の菌糸と呼吸活性酵素の染色によって評価した。AM 菌の菌糸の形成率と活性率は食害から 4 日を経過すると増加し、16 日後には食害前のレベルに戻ることが示された。

(3) 菌根菌が植食者に与える種特異的な影響

4 種類の AM 菌を用いて、AM 菌がハダニの増加に与える影響と、植物の抵抗性に与える影響の種間比較をおこなった。植物上のハダニの個体数は、AM 菌の種によって異なった。同様に、AM 菌の種の違いは植物のハダニに対する恒常的・誘導的な抵抗性を変化させた。このことから、誘導抵抗性の発現には、特定の AM 菌の種が関わっている可能性が示された。

(4) 菌根菌の多重共生が植物の成長と誘導抵抗性に与える影響

複数種の AM 菌からなる多重共生の機能を調べるために、3 種類の AM 菌の種数ごとに異なる種の組み合わせによる処理区を設定し、AM 菌の種数と種組成が植物の成長と誘導抵抗性に及ぼす影響を調べた。多重共生した植物は、高い機能を持つ特定の AM 菌の種の影響を受けることで、成長がよくなり誘導抵抗性が高くなった。

上記の結果を基に、AM 菌の可変性と機能的な多様性が植物の被食防衛に果たす役割について考察した。食害後の菌根の形成率の変化は、植物の誘導抵抗性の発現と同じタイムスケールでおこった。このため、菌根共生の一時的な強化は、新たな資源を必要とする植物の誘導抵抗性の発現に正の影響を及ぼしている可能性がある。また、AM 菌は植物の成長や抵抗性などさまざまな機能を備えているが、機能ごとに種特異性が高いことが示された。植物は機能の異なる複数の AM 菌と共生することで、複数の AM 菌から相加的に異なる機能を獲得している可能性がある。このような AM 菌の可変性と機能的な多様性は、環境の変化に適応する植物の生存に重要な役割を担っていると考えられる。

氏名	西田貴明
----	------

(論文審査の結果の要旨)

地上部と地下部の生物間相互作用の研究は、これまで異なる研究分野として発展してきた。しかし、最近の植物と植食者の相互作用の研究から、地上部と地下部という空間的に棲み分けている生物の間にも植物の形質の変化を通して、間接的に大きな影響を与えあうということが明らかになりつつある。植物は地上部ではさまざまな植食者と食う食われる関係を結んでおり、一方、地下部では根粒菌や菌根菌などの土壌微生物と相利共生関係を結んでいる。このため、菌根菌によって誘導される植物の形質の変化が、間接的に植食者に対する植物の防御反応に影響する可能性があるが、その実態を明らかにした研究はまだない。

本学位論文は、ミヤコグサ属植物、ナミハダニ、アーバスキュラー菌根菌という系を対象にして、(1) 植物のハダニに対する誘導抵抗性の可能性、(2) 地下部の菌根共生が誘導抵抗性に与える効果、(3) 複数種の菌根共生が植物の成長と誘導抵抗性の発現に与える効果について、地下部と地上部の間接的相互作用という観点から、操作実験によって明らかにしたものである。本研究により得られた結果は次のようにまとめられる。(1) ミヤコグサはハダニの食害に反応して速やかに抵抗性を誘導させる。これによって、ハダニの産卵数の低下が認められた。(2) ハダニによる地上部の食害は菌根菌の菌糸の形成率と活性率を増加させ、菌根共生を活性化させた。この反応は食害後4日で認められ、2週間後には元のレベルに戻った。このことから、地上部の食害に対する菌根共生の反応は、速やかに生じるが短期的なものであることが分かった。(3) 菌根菌はミヤコグサの成長とともに誘導抵抗性を増大させた。さらに、この形質の変化の大きさは菌根菌の種によって異なることが分かった。(4) 同時に共生する菌根菌の種数が増加すると、植物の成長がよくなり誘導抵抗性も高くなった。複数種の菌根菌を用いた組み合わせ実験から、植物の成長と誘導抵抗性の変化の大きさは菌根菌の種によって異なり、それぞれの機能に最も大きな影響を与える特定の菌根菌の存否に依存していた。このことから、植物にとっての複数の菌根菌との多重共生の意義が示唆された。

生態学では、空間的に棲み分けている生物種間の相互作用については、ほとんど注目されることはなかった。しかし、近年、植物をめぐる生物種間のネットワークの研究が飛躍的に発展しており、地上部と地下部の相互作用の存在が明らかになり始めた。本研究から、地下部で植物と共生するアーバスキュラー菌根菌が、植物の成長だけでなく、地上部での植食者に対する誘導抵抗性の発現に大きく寄与していることが始めて明らかになった。また、地上部の食害が菌根共生を活性化している事実は、植物の誘導抵抗性をより効率的に発現させるメカニズムとして注目に値する。野外では植物は複数種の菌根菌と多重共生をしている。本研究から、菌根菌の種の多様性が直接的に植物の成長だけでなく、間接的に節足動物に対する誘導抵抗性の強化に大いに貢献しており、その効果の大きさは相加的ではなく、菌根菌のうち最も大きな効果をもたらす種に強く依存しているという、高い種特異性の存在が明らかになった。この事実は、野外において複数種の菌根菌と共生している多くの植物の間接的な被食防衛の意義を始めて明らかにしたものであるとして、高く評価されるものである。

よって、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。