

(論文内容の要旨)

植物の種子に含まれる被食防御物質の濃度や、種子サイズなどの形質は、種子の生存過程に大きな影響を及ぼす。このことは従来、主として植物種間の比較に基づいて解析されてきたが、その一方で、種子の化学成分には、大きな種内変異が存在することが、近年報告されるようになり、防御形質の種内変異が個々の種子の生存過程に影響する可能性が指摘されている。本研究の目的は、新たに開発した非破壊分析法等により種子の形質をあらかじめ明らかにした上で、野外実験によって、種内変異としての個々のコナラ種子の形質の違いが、種子の生存過程に与える影響を解明するというものである。各章の主な内容は以下の通りである。

第 1 章では、種子の形質がその生存過程に与える影響について、これまでなされてきた研究について広く論述すると共に、本研究の目的と特徴を記述した。

第 2 章では、コナラにおける種子形質（タンニン含有率、サイズ）に、種子間で大きな変異が存在することを示した。化学成分を含む種子形質の種内変異の大きさを明らかにした先行研究は数例あるが、いずれも個々の種子レベルで解析したものではなく、母樹間の解析に基づくものである。これに対して本論文では、個々の種子のタンニン含有率を測定し、母樹間だけでなく、同一母樹に由来する種子間においても、形質に大きな変異が存在することを確認した。また、シュートが受ける相対光量子束密度、シュート当たりの葉数と種子数、落果日が、タンニン含有率や種子サイズと相関することを示した。

第 3 章では、近赤外分光法により、コナラ種子におけるタンニン含有率の非破壊分析法を確立した。種子の化学形質が生存過程に与える影響を評価するためには、個々の種子の化学成分とその種子の生存過程を同時に知る必要がある。そのためには成分があらかじめわかっている種子の生存過程を追跡しなければならない。しかし、従来法による成分定量には種子の粉碎が伴い、その後の生存過程の追跡は不可能であった。本研究で行われた非破壊成分分析法の確立によって、種子のタンニン含有率の定量と生存過程の追跡の両立が可能となった。また、この方法では、きわめて迅速な分析を行えるため、大量のサンプル処理が可能となり、種子の生存過程解析を統計的により高精度に行えるようになった。

第 4 章では、コナラ種子の主要な消費者である、アカネズミとナラミノチャワンタケのタンニン含有率に対する選択性を検討した。アカネズミへのコナラ種子の供餌実験を行ったところ、摂

食種子のタンニン含有率は、食べ残し種子よりも低く、アカネズミが種子に含まれるタンニンを何らかの方法で識別し、選択的に摂食している事が明らかになった。また、コナラ種子へナラミノチャワンタケの接種試験を行ったところ、タンニン含有率の低い種子は、ナラミノチャワンタケの菌害により死亡しやすい傾向にあり、タンニンがナラミノチャワンタケに対する防御物質として機能している事が示唆された。このように、哺乳類と真菌類という異なった分類群に対して、タンニンが防御物質として有効に機能しており、タンニン含有率がコナラ種子の生存率に影響する事が明らかになった。

第5章では、非破壊分析法によって、タンニン含有率を明らかにした種子を用いた野外実験を行い、種子の形質（タンニン含有率、種子サイズ）と運搬および生残との関係を調べた。その結果、ネズミによって散布されやすいのはタンニン含有率が低く大きな種子だが、生存に関してはタンニン含有率が高く小さな種子が有利であることが判明した。このように、適応度の高さに正の影響を与える種子の散布されやすさと、散布後の生存率の高さは、種子の形質を介することにより、両立しない事が明らかになった。これまで種子形質の種内変異が、種子の生存過程に及ぼす影響に関しては、ほとんど注目されておらず、生存はランダムな要因に大きく影響されると考えられてきた。しかしながら、本研究により、種子の形質には大きな種内変異があり、それは、哺乳類や真菌類等、多様な種子消費者による選択を介して、種子の生存過程に影響することが明らかになった。

第6章では、総合討論として、種子の生存過程や適応度の研究において、種子形質の種内変異を考慮する事の重要性を指摘した。

(論文審査の結果の要旨)

これまで種子形質が生存過程に与える影響については、おもに種間比較に基づいて解析されてきた。これらの先行研究においては、形質の種内変異については考慮されておらず、ほとんど注目されてこなかった。さらに、個々の種子の化学形質を明らかにするには、従来法では種子を破壊する必要があった。そのため、種子の生存過程の追跡と化学成分の定量の両立ができず、生存過程への化学形質の影響が評価できない状況が続いていた。本論文では、コナラ種子の化学成分および種子サイズに大きな種内変異がある事を明らかにした上で、コナラ種子におけるタンニン含有率の非破壊成分分析法を近赤外分光法に基づき確立し、野外において種子形質が生存過程に影響することを明らかにした。評価すべき点は以下の通りである。

- (1) タンニン含有率等の種子形質は、種内ではほぼ均質なものとこれまで認識されてきたが、コナラ種子のタンニン含有率における大きな種内変異の存在を明らかにした。
- (2) 近赤外分光法によるコナラ種子のタンニン含有率の非破壊成分分析法の開発に成功し、成分情報の取得と生存過程の追跡の両立を可能なものとした。これは、生態学分野において、種子の化学成分定量への近赤外分光法の初めての適用例である。
- (3) 同一種内における種子ごとの化学成分量の違いが、種子の生存過程に影響することを初めて明らかにし、種子の生存過程解析に種内変異を考慮する必要がある事を示した。

以上のように、本論文は、種子の生存過程の研究において、全く新しい方法論を提示、実行したものである。これまで着目されてこなかった個々の種子レベルにおける形質の違いが生存過程に与える影響を、新たな非破壊成分分析法の確立と、野外での追跡調査によって明らかにしたものであり、植物の繁殖生態学、森林生産学に対して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21年2月19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。