

学 位 論 文 題 名

落葉広葉樹の種子繁殖に関する生態学的研究

学位論文内容の要旨

北海道の広葉樹資源は減少傾向にあり、それらの育成、保続は重要な課題である。種子繁殖を主とする樹種が再生するためには、種子の供給が基本的な条件となる。天然下種更新機構を理解する上で、あるいは人工下種更新や種苗生産を進めるためには、個々の樹種の種子繁殖特性を明らかにする必要がある。

本論文では、北海道に生育する広葉樹の開花・結実過程、種子の豊凶、種子の発芽力維持および保存方法について論じた。

広葉樹は性型、花型、開花時期、開花期間などが樹種によって異なり、開花様式は多様である。さらに、花粉媒介方法も風媒花や虫媒花に分れ、受粉様式も一様ではない。広葉樹11種について開花から果実の生残過程を追跡した。雌雄異株の風媒花ではカツラ、虫媒花はキハダ、雌雄同株の風媒花ではシラカンバ、ウダイカンバ、ダケカンバ、虫媒花ではアズキナシ、シナノキ、オオバボダイジュ、エゾヤマザクラ、キタコブシ、雌雄雑居株とされている虫媒花ではアカイタヤを対象にした。

個体、個花の開花時期や開花期間をいくつかの樹種について定量的に示した。北海道中央部におけるキタコブシの開花は4月下旬であり、個花の開花期間は7～8日間、個体の開花期間は約15日間におよぶ。個体の開花は隔年で増減する傾向がみられた。エゾヤマザクラは5月上旬に一斉的に開花し、開花期間は7～9日間である。キハダの開花時期は6月の中旬である。雌花は一斉的な開花であり、個花において花弁が展開している期間は約6日間であった。アカイタヤ、カンバ類、カツラはいずれも5月上旬に開花し、アズキナシは5月下旬に一斉的な開花を示す。シナノキ、オオバボダイジュの開花は7月中旬である。アカイタヤは個体によって雌雄性が異なり、また花序内における雌花（両性花）、雄花の開花順に違いのあることが分かった。雄花のみ開花する個体および雄花とわずかな雌花を開花する個体と雄花、雌花を開花する個体の出現頻度はほぼ等しく、また、開花型は個体サイズによって異なることはなかった。

果実の発達過程では多くの樹種において果実が未熟で脱落する現象が確認された。果実の未熟

脱落がほとんどないのはカンバ類 3 種であった。未熟脱落が比較的少なかったのはキハダである。他の 7 種は著しく脱落し、経年的にも同じ傾向であるとみられた。脱落原因を明らかにするため、キタコブシ、エゾヤマザクラ、キハダなどを対象に強制受粉を行い、果実の生残過程を調べた結果、エゾヤマザクラとキタコブシは強制受粉により果実の生残率は有意に高くなった。これらの樹種では自然条件下における果実の未熟脱落には花粉が制限になっている。キハダは自然条件下において果実の未熟脱落が少なく、花粉が不足することはほとんどないとみられた。

花粉が十分でないとみられたキタコブシについて、開花様式と結果率との関係を調べた。個花の開花段階初期は結果率が著しく高く、開花が進むにつれて低下する傾向を示した。しかし、開花初期には花粉媒介者への報酬がないことから、花粉が運ばれることはほとんどない。自然条件下において受粉するのは開花後期に限られ、結果率が低いことの要因とみられた。エゾヤマザクラでは花粉媒介者の訪花パターンを調べ、他家受粉、自家受粉の生じやすさを検討した。花粉媒介者が最初に訪花するのは樹冠外側が多く、その後樹冠内を移動する。このため樹冠外側では他家受粉しやすい傾向にあった。

繁殖に配分される資源の影響を調べるため、キハダにおいて開花後に花序周囲の摘葉処理を行った。摘葉は果実および種子の脱落にたいする影響は少なく、特徴的なことは種子サイズを小さくする反応であった。

種子の豊凶については、新しい豊凶評価法を考案した。それを主な樹種に適用して豊凶評価を行い、種子豊凶習性を示した。

広葉樹 35 種について枝の長さ 50 cm を単位とし、種子の豊凶を調べた。各樹種とも同一個体を 5 ～ 11 年間継続した。各樹種の平均種子重と調査期間中における最多種子生産年の生産種子数との間には両対数グラフで負の直線関係が認められ、また、調査期間中の平均生産種子数との間にも同様の傾向が認められた。枝単位で小種子は多産であり、大種子は少産であった。両回帰直線に基づき種子の豊凶基準を定めた。この方法は定量的であることから調査者の主観的な誤差が排除される。さらに各樹種に共通的な基準であることから種内、種間の比較を可能にした。また、相対的な方法では不明であった個々の樹種における豊凶評価基準が得られ、種子豊凶評価におけるいくつかの問題点が解消された。

種子重－種子数関係の豊凶評価基準により、各樹種 1 ～ 2 個体の豊凶を評価し、年次推移を明らかにした。多くの樹種に共通的な特徴として、豊作と凶作は隔年あるいはもう少し長い間隔で繰返されること、豊凶差の大きい樹種、小さい樹種があること、個体間で豊凶が同調することなどが挙げられた。種子生産間隔を長、中、短期に区分し、各樹種を類型化した。

ミズナラについては同一年に北海道全域で豊凶調査を行った。わずかな着果量の個体は北海道全域に分布するが、並作以上の個体に限定すると、その分布は地域的に集中する傾向が認められた。これらの結果は天然更新や計画的な人工更新を進めるための情報として寄与する。

土の中における種子発芽力の減衰過程を実験的な方法で明らかにした。また、種子の生存を長期化する方法を開発した。

広葉樹32種を林床に埋め、それを定期的に掘出し、制御条件下または苗畑に播種して発芽を調べた。種子を埋土した期間はカンバ類が6か月単位で2年間、その他の樹種は1年単位で最長3年間である。苗畑に播種した樹種については発芽調査を2年間継続した。種子発芽力の減衰過程は樹種によって異なった。短期間で全種子が発芽力を失う型、大部分の種子は短期間のうちに発芽力を失い、一部の種子のみが発芽力を維持する型、大部分の種子が徐々に発芽力を失う型、発芽力を長く維持する型に分けられた。このような発芽力減衰過程の違いは種子の発芽特性および休眠性とそれに関わる種皮の構造に起因するとみられた。発芽力を長く維持する型は主として種子散布を鳥か動物に委ねる樹種であった。

人工的な制御環境下でカエデ類種子を貯蔵し、その生存を調べた。アカイタヤは埋土種子としては生存できなくても乾燥条件下では生存し得ることが分かった。また、ほとんど休眠性を有しないミズナラ堅果はアルギン酸ナトリウムやプルランなどのコーティングによって、貯蔵中の発根を抑え、乾燥死滅を回避し、ある程度の期間は生存させ得ることを見出した。

以上の結果から、開花、結実過程を経て訪れる種子の豊凶と種子発芽力の減衰からみた更新の機会は樹種によって異なることが明らかとなった。攪乱にともなう一斉林および混交林の成立には種子の豊凶と埋土種子とが更新に寄与することを考慮すると、樹種による種子供給の特徴的な違いが大きく影響すると考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 五十嵐 恒 夫
副 査 教 授 辻 井 達 一
副 査 教 授 滝 川 貞 夫
副 査 助 教 授 矢 島 崇

本論文は4章から構成され、図60、表13、引用文献167、総頁数147頁の和文論文である。別に参考論文65編が添えられている。

近年、北海道の広葉樹資源は減少し、その育成、保続は重要な課題である。種子繁殖を主とする樹種の再生には、種子の供給が基本的な条件であり、個々の樹種の種子繁殖特性を明らかにする必要がある。本論文は、北海道に生育する広葉樹の開花・結実過程、種子の豊凶、種子の発芽力維持および保存方法について論じたものである。

1. 性型、花型、開花時期、開花期間、開花様式、花粉媒介方法などの異なる広葉樹11種について、開花から果実の生残過程を追跡した。

個体、個花の開花時期や開花期間について定量的に示したが、アカイタヤは個体によって雌雄性が異なり、花序内における雌花（両性花）、雄花の開花順に違いのあることが分かった。

果実の発達過程では多くの樹種において果実が未熟で脱落する現象が確認され、この現象が殆どないのはカンバ類3種、比較的少ないのはキハダである。他の7種は著しく脱落し、経年的にも同じ傾向であった。強制受粉を行い、果実の生残過程を調べた結果、エゾヤマザクラとキタコブシは果実の生残率が有為に高くなった。これらの樹種では自然条件下での果実の未熟脱落の制限因子は花粉と言えよう。繁殖に配分される資源の影響を調べるため、キハダについて開花後に花序周囲の摘葉処理を行った。摘葉は果実および種子の脱落にたいする影響は少なく、種子サイズを小さくした。

2. 種子の豊凶について、新しい豊凶評価法を考案し、豊凶評価を行い、種子の豊凶習性を明らかにした。

広葉樹35種について枝の長さ50cmを単位とし、種子の豊凶を同一個体について5～11年間継続調査した。各樹種の平均種子重と調査期間中における最多種子生産年の生産種子数との間には両対数グラフで負の直線関係が認められ、また、調査期間中の平均生産種子数との間にも同様の傾向が認められた。枝単位では小種子は多産であり、大種子は少産であった。両回帰直線を基に種

子の豊凶基準を定めた。この方法は定量的であり、各樹種に共通的な基準であるため種内・種間の比較を可能にし、樹種ごとの豊凶評価基準が得られた。

種子重－種子数関係の豊凶評価基準により、各樹種 1～2 個体の豊凶を評価し、年次推移を明らかにした。多くの樹種に共通的な特徴として、豊作と凶作は隔年あるいはもう少し長い間隔で繰り返されること、豊凶差の大きい樹種、小さい樹種があること、個体間で豊凶が同調することなどがあげられた。種子生産間隔を長、中、短期に区分し、各樹種を類型化した。ミズナラについては同一年に北海道全域で豊凶調査を行ったが、並作以上の個体に限定すると、その分布は地域的に集中する傾向が認められた。

3. 埋土種子の発芽力の減衰過程を実験的に明らかにした。広葉樹32種の種子を林床に埋め、それを定期的に掘出し、制御条件または苗畑に播種して発芽を調べた。種子を埋土した期間はカンバ類が6か月単位で2年間、その他の樹種は1年単位で最長3年間である。種子発芽力の減衰過程は樹種によって異なり、4型に類別された。なお、発芽力を長く維持する型は主として種子散布を鳥か動物に委ねる樹種であった。また、ほとんど休眠性を有しないミズナラ堅果はアルギン酸ナトリウムなどのコーティングによって、貯蔵中の発根を抑え乾燥死滅を回避し、ある程度の期間は生存させ得ることを見出した。

4. これらの結果から、開花、結実過程を経て訪れる種子の豊凶と種子発芽力の減衰からみた更新の機会は樹種によって異なることが明らかとなった。攪乱にともなう一斉林および混交林の成立には種子の豊凶と埋土種子とが更新に寄与することを考慮すると、樹種による種子供給の特徴的な違いが大きく影響するものと考えられるとしている。

以上のように本研究は、これまで解明されていなかった北海道産落葉広葉樹の開花・結実過程・種子の豊凶、埋土種子の発芽力減衰について、長期間にわたる実証的研究によって明らかにしたものであり、造林学上また広葉樹育成分野の研究発展に寄与するところ大きいものがある。

よって、審査員一同は別に行った学力確認試験及び試問の結果と合わせて、本論文の提出者水井憲雄は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格があるものと認定した。