

# 北海道の針広混交林における 人為攪乱下の樹木群集動態と植生変化に関する研究

## 学位論文内容の要旨

1. 生物多様性や環境機能の保全を含めた持続可能な森林管理が求められるなかで、自然攪乱のもとで生じる生態的プロセスや不均質性を維持する観点から、択伐などの非皆伐施業への関心が国際的に高まっている。北海道の森林においては開拓以来広く択伐施業が行なわれており、生態学的な観点からみると、針広混交林の最も主要な攪乱要因のひとつとなっている。したがって、択伐施業が森林生態系に及ぼす影響の解明は、この地域における現在の森林の成立過程を理解し、将来予測を行なううえできわめて重要である。

本研究では、北海道北部の多雪地域の針広混交林を対象として、択伐施業下での森林の構造・動態を把握し、それらに影響を及ぼす要因を解明することを目的とした。長期的なデータをもとに、択伐施業に伴う林冠疎開や地表攪乱が、高木性樹種の動態・稚幼樹の密度や、ササをはじめとする林床植物の分布に及ぼす影響を、林分内の空間的な不均質性に注目しながら明らかにした。それらの結果にもとづいて、持続的な生産と天然林の構造特性の維持を考慮した択伐施業の方法について検討した。

2. 過去 30 年にわたって 10 年間隔で樹木のモニタリングと択伐が実施されてきた北海道大学中川研究林の長期プロット (6.72ha) において、主要構成樹種の新規加入 (胸高直径 12.5cm への到達)・直径階級 (5cm 間隔) の進級・自然枯死の確率に対して、周囲の伐採量・大径木 (胸高直径 32.5cm 以上) の量・地形要因が及ぼす影響を調べた。それらの要因の相対的な重要性は、樹種や生育段階によって異なっていた。地形の要因は、新規加入のプロセスでのみ高い重要性が認められた。周囲の大径木量、特に落葉広葉樹の蓄積が多いと、小径木 (胸高直径 12.5cm 以上 32.5cm 未満) の進級、および落葉広葉樹の新規加入が起りにくくなっていた。一方、トドマツの新規加入は、針葉樹の大径木が多い箇所では促進されていた。周囲の伐採量との関係から、トドマツでは強い林冠疎開によって小径木の成長が向上し、自然枯死率も低下するが、新規加入は起りにくくなることが示された。落葉広葉樹では、成長や自然枯死に対する林冠疎開の影響はみられないが、耐陰性の低い樹種の新規加入は強い林冠疎開によって促進されていた。単木択伐による攪乱体制のもとでは、トドマツは一時的には蓄積の回復が進むが、新規加入が制限されるため将来は優占度が低下し、耐陰性の低い落葉広葉樹が優占度を高めると予想された。

3. 林冠の状態、林冠攪乱および地表攪乱の履歴が、稚幼樹 (稚樹・実生：樹高 2m 未満、幼樹：樹高 2m 以上、胸高直径 12.5cm 未満) の分布に及ぼす影響を調べた。前述の長期プロット内に 20m 間隔で 165 箇所の調査地点を設け、現在の林冠状態 (ギャップと林冠下)、林冠攪乱および地表攪乱の

履歴が異なる地点間で、稚幼樹の分布の偏りを比較した。その結果、林冠疎開は、比較的短期間で林冠閉鎖が起こる強度であれば稚幼樹密度を増加させるが、それ以上の強度になると、かえって定着や生存を抑制することが示唆された。この傾向はトドマツや、比較的耐陰性の高い落葉広葉樹で強かった。集材や補助造林に伴う地表攪乱は、多くの樹種において稚樹・実生の定着を促進させており、特に先駆性の高い樹種にとって効果が大きいことが示された。これらの地表攪乱の有無やパターンは、択伐施業下の森林における将来の構造や樹木の分布に大きな影響を及ぼすと考えられた。

4. 稚幼樹の定着基質となる倒木と、下層植生の優占種であるササ類の影響を明らかにするため、北海道大学雨龍研究林の針広混交林 17 林分において、主要構成樹種の稚樹・実生密度と、過去の択伐強度および現在の林分構造の関係を調べた。多くの樹種の稚樹・実生密度は、針葉樹の胸高断面積合計と高い正の相関を示した。針葉樹の現存量が高い林分でササの被覆率が低いことが、高い稚樹・実生密度につながっていると考えられた。トドマツ、アカエゾマツ、ダケカンバのは、倒木・根返り跡に偏って出現した。それらの樹種のなかでも特に倒木への依存が強かったアカエゾマツは、強度の択伐を経験した林分で稚樹・実生の密度が低くなっていた。自然攪乱に由来する倒木・自然枯死木の体積は択伐強度と負の相関を示したことから、自然攪乱に由来するこれらの定着基質の減少が、更新の減少をもたらしていることが示唆された。

5. 林床のササ類の存在は、将来の更新木となる稚幼樹の分布に強い影響を及ぼしている。そこで、中川研究林の長期プロットにおいて、林分内に共存するチシマザサとクマイザサを対象に、どちらの種が優占するかを決める要因と、それぞれのササの稈密度や稈高に影響を及ぼす要因を解析した。その結果、優占種の決定に影響しているのは地形要因であった。両種のササの稈密度は、傾斜の影響を受けていたが、稈高は、これに加えて、上層木（胸高直径 12.5cm 以上）の蓄積が減少した箇所、針葉樹の蓄積が少ない箇所で高くなることが明らかになった。択伐に伴う局所的な上層木の減少は、ササの現存量の増加を招くことが示された。

6. 地形や上層木の攪乱履歴などの環境要因が林床植生に及ぼす影響と、その中でのササの役割を明らかにするため、前述の長期プロット内に設置した調査地点で植生調査を行ない、林床植物の種多様度・被度に対する地形・上層木の要因の直接的な影響とササを介した間接的な影響を、パス解析を用いて解析した。草本・シダ植物では、地形条件が、種組成、種多様性を直接決定づける最も重要な要因となっていた。一方、高木性木本種の種数・被度では、地形・上層木の直接の影響は認められず、ササを介した影響のみが認められた。高木種の種数・被度は急傾斜地で高まる傾向にあり、これは、急傾斜でササが減少することと関係していた。また、上層木の蓄積が減少した地点では、ササの増加にともなって、高木種の種数・被度は低くなっていた。高木性樹種の稚樹においては、ササを介した影響の重要性が他の林床植物と比較して高く、局所的な上層木の減少に伴って種多様度や被度の低下が生じやすいと考えられた。

7. 以上の結果から、多雪でササが優占する北海道北部の針広混交林において、択伐施業による攪乱体制のもとでは、長期的にはトドマツが減少し、ダケカンバ・ミズナラなどの耐陰性の低い落葉広葉樹の相対的な優占度が高まることが明らかになった。トドマツの更新には、針葉樹の林冠の存在が重要であるため、ひとたび減少傾向に陥ると、負のフィードバックが働き、回復は難しいと考えられる。また、強度の択伐は、稚幼樹の定着基質となる倒木を減少させることを通して、針葉樹の更新を妨げ

ることも示された。一方、施業に伴う人為的な地表攪乱は、多くの樹種の定着を促進し、特に耐陰性の低い樹種では効果が大きいことが明らかになった。

針葉樹の優占する林冠層の存在は、ササの優占を抑える役割を果たしており、天然更新プロセスの維持に重要であることから、天然林に固有の構造や種組成を維持するためには、林分内に、針葉樹の優占する部分を残存させる配慮が欠かせないといえる。また、落葉広葉樹の収穫に重点を置く場合は、択伐と人為的な地表攪乱を組み合わせることによって、連続的な更新が期待できると考えられた。

# 学位論文審査の要旨

|    |     |                 |
|----|-----|-----------------|
| 主査 | 教授  | 小池孝良            |
| 副査 | 教授  | 矢島崇             |
| 副査 | 教授  | 甲山隆司（地球環境科学研究科） |
| 副査 | 助教授 | 植村滋             |
| 副査 | 助教授 | 日浦勉             |

## 学位論文題名

### 北海道の針広混交林における 人為攪乱下の樹木群集動態と植生変化に関する研究

本論文は、本文 104 ページ、引用文献 207 編からなる和文論文で、5 章で構成されている。他に参考論文 5 編が添えられている。

本研究では、北海道北部の多雪地域の針広混交林を対象として、択伐施業下での森林の構造・動態を把握し、それらに影響を及ぼす要因を解明することを目的とした。長期的なデータをもとに、林分内の空間的な不均質性に注目し、択伐施業に伴う林冠疎開や地表攪乱が、高木性樹種の動態・稚幼樹の密度や、ササをはじめとする林床植物の分布に及ぼす影響を明らかにした。

第 2 章では、過去 30 年にわたり 10 年間隔で樹木のモニタリングと択伐が実施されてきた北海道大学中川研究林の長期プロット（6.72ha）において、局所的な林冠疎開の強度・周囲の樹木の量・地形要因が主要構成樹種のデモグラフィ（人口統計）に及ぼす影響を調べた。その結果、トドマツでは林冠疎開によって小径木の成長が向上し自然枯死率も低下するが、新規加入は起こりにくくなることが示された。一方、落葉広葉樹では成長や自然枯死に対する林冠疎開の影響はみられず、耐陰性の低い樹種の新規加入は林冠疎開によって促進されていた。

第 3 章では、林冠や地表の攪乱、定着基質の変化が稚幼樹の分布に及ぼす影響を明らかにした。まず、前述の長期プロット内に 165 箇所の調査地点を設け、現在の林冠状態、林冠攪乱および地表攪乱の履歴が異なる地点間で、稚幼樹の分布の偏りを比較した。その結果、林冠疎開は、比較的短期間で林冠閉鎖が起こる強度であれば多くの樹種の稚幼樹密度を増加させるが、それ以上の強度になるとむしろ定着や生存を抑制することが明らかになった。集材や補助造林に伴う地表攪乱は、稚幼樹の定着を促進しており、先駆性の高い樹種で特に効果が大きいことが示された。次に、稚幼樹の定着基質となる倒木の影響を明ら

かにするため、北海道大学雨龍研究林の針広混交林 17 林分において、主要構成樹種の稚樹密度と、過去の択伐強度および現在の林分構造の関係を調べた。針葉樹の現存量が高い林分では、ササの被覆率が低いことにより、高い稚樹密度がもたらされていることが示唆された。もっとも倒木への依存が強かったアカエゾマツは、強度の択伐を経験した林分で稚樹の密度が低くなっていた。倒木・自然枯死木の体積は択伐強度と負の相関を示しており、これらの定着基質の減少が稚樹密度の低下をもたらしていると考えられた。

第 4 章では、林床植生、特にこの地域の林床に優占するササ類の反応に注目した。まず、中川研究林の長期プロットにおいて、チシマザサとクマイザサの分布に影響を及ぼす要因を調べた。その結果、急傾斜地に加えて、上層木の蓄積が減少した箇所、針葉樹の蓄積が少ない箇所でも両種の稈高が高いことが明らかになった。次に、林床植物の種多様度・被度に対する地形・上層木の要因の直接的な影響とササを介した間接的な影響を、パス解析を用いて解析した。草本・シダ植物の種数・被度では、地形要因の直接的な影響の重要性が高かった。一方、高木性木本種に対しては、地形・上層木のいずれも、ササを介した影響のみが認められ、上層木の蓄積が減少した地点ではササの増加にともなって種数・被度が低くなっていた。高木性木本の稚樹は、草本など他の林床植物種群に比べ、ササを介した林冠疎開の影響の重要性が高いことが示された。択伐による針葉樹の減少は、ササを増加させ、稚樹の種多様度や量の低下をもたらすと考えられた。

以上の結果から、多雪地域の針広混交林では、択伐施業のもとで、耐陰性の比較的低い落葉広葉樹が増加し、針葉樹の密度が減少することが予想された。さらに長期的には、針葉樹の減少に伴ってササが増加し、落葉広葉樹も含む更新や種多様性の低下がもたらされる可能性があることが明らかになった。したがって、天然林の生態プロセスの維持に重点を置いた施業を考える場合、ギャップがすぐに閉鎖する程度の伐採にとどめるなど、針葉樹の減少を抑える配慮が重要といえる。より多くの収穫が要求される場合は、地表処理や補助造林を併用するなどの対策が必要と考えられる。

このように、本研究では択伐施業下での針広混交林の動態と植生構造の変化の過程を明らかにし、森林管理方法の発展に貢献する基礎データを得ることができ、学術・応用両面から高く評価できる。よって審査委員一同は、野口麻穂子が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。