

学 位 論 文 題 名

サイシウモミ種子の発芽特性及び菌害に関する研究

学位論文内容の要旨

サイシウモミ (*Abies koreana* Wilson) は、韓国の固有樹種であり、近年、枯死する個体が増え、後継樹の更新が少ないため、林分衰退を懸念する報告が出されている。衰退現象の詳細はまだ解明されておらず、生理・生態的な検討も加えられていない。本研究では、サイシウモミの更新初期段階における生理・生態的特性を解明するために、韓国で最も大面積にサイシウモミ林が厳正保護林として保全されている済州島の漢拏山で更新の実態調査と種子発芽に大きな影響を与える温度、水分、光の有無に対する種子の発芽反応についての基礎試験を行い、現地で越冬させた種子から菌を検出・分離し、接種試験により菌による発芽阻害を検証した。

第 1 章 序論

韓国における関連研究のサイシウモミの分布、林分構造の特徴をレビューし、サイシウモミ林の維持には生理・生態的研究が不可欠であることを示した。また、類似する北海道の研究事例から、針葉樹天然林における天然更新阻害の要因として菌害の重要性を指摘した。

第 2 章 サイシウモミの更新状況と環境

漢拏山サイシウモミ林において稚樹の分布状態の特徴を把握し、稚樹分布の良好地と不良地について、温度を中心に環境条件を検討した。サイシウモミ林分は高い林分密度（1,560 本/ha）で、純林を形成し、稚樹は林内では見られず、L 関数による解析では、林縁部ササ密生地、岩周辺に集中分布していると判定された。林内はうっ閉しており、積雪期間がササ地と岩陰に比べて比較的長く、平均気温も低い傾向を示した。林縁部のササ地ではササが密生し、厚い落葉層のため種子発芽・定着が妨げられることが予想された。しかし、ササ地の中でも岩の周辺は表土の裸出したスペースが存在し、種子の発芽と実生の成長に好適な条件を与える可能性があると考えられた。

第 3 章 サイシウモミ種子の発芽特性

本試験では北海道に自生するモミ属で遺伝的な類縁性が高く、混交樹種も類似し、天然更新の容易なトドマツの発芽特性との比較が有効であると考えて比較試験を行った。試験に用いた種子は、採取年に試験を行った明暗処理のサイシウモミを除き 2 樹種とも前年秋に採取され低温貯蔵庫に保管されていたものを用いた。2 樹種の種子は低温（15℃）と高温（30℃）では発芽率がかなり低下したが、蛍光灯（種子上の照度

2600lux) による 8 時間日長処理で 2 樹種とも発芽率が有意に高くなり、加光により発芽が促進された。ただし、最適温度 (サイシウモミ: 20℃、トドマツ: 25℃) では、明暗処理間で有意差が認められず、ほぼ等しい発芽率を示し、最適温度下では光の促進効果を受けないことが予想された。

30~150 日の低温湿層処理により、発芽速度、発芽率は明らかに上昇した。低温湿層処理後トドマツは 5 日目前後から発芽を開始したが、サイシウモミは発芽開始まで 10 日前後を要した。現地の積雪期間にほぼ等しい 150 日間の低温湿層処理では、10~30℃の各温度における最終発芽率は、無処理種子に比べ、サイシウモミで 8.5~1.7 倍、トドマツで 9.2~2.1 倍まで増加した。低温湿層処理は低温での発芽率を著しく増大させた。サイシウモミの最終発芽率に達する日数は各発芽温度とも 40 日前後、トドマツで 20 日前後を要した。低温湿層処理後の乾燥の影響は、PEG (polyethylene glycol) 6000 溶液による乾燥処理によってサイシウモミの発芽率はトドマツに比べ高い水ポテンシャルで有意に低下し、サイシウモミ種子はトドマツ種子に比べ乾燥ストレスに影響されやすいと推察された。

第 4 章 サイシウモミ種子の菌害

漢拏山で林内、ササ地、岩陰の各立地に播種し越冬させたサイシウモミ種子を回収し発芽率と菌の感染率を調べた。さらに、検出された菌については接種試験を行い、病原性を検定した。越冬種子の発芽率は、ササ地のものが 50~68%、岩陰では 6~50%、林内では 0~40%を示し、林内の発芽率はササ地に比べ有意に低くなった。貯蔵種子から菌は分離されず、現地で回収した越冬種子からは未同定の種を含め、約 20 種の菌が分離された。その中で感染率 3%以上のもの 8 種を選び接種試験を行った。8 種のうち *Racodium therryanum* は北海道において針葉樹の天然更新阻害の大きな要因となっているが、韓国では報告例がなく、本研究が最初の報告となる。菌による種子の感染率は、*R. therryanum* の平均感染率が 19.9%と最も高くなった。*R. therryanum* はササ地と岩陰に比べ、林内で感染率が有意に高く、ササ地では感染率が最も低かった。越冬種子の発芽率と感染率との間には *R. therryanum* では負の相関があり、発芽率の低下に関与することが示された。他の菌は発芽率の低下に関与していなかった。積雪期間と *R. therryanum* による感染率との間では正の相関が有意であり、他の菌では有意な相関はみられなかった。積雪期間が長いほど *R. therryanum* による感染率が高くなった。菌に感染してから 30 日後では活力喪失率の変化は大きくなく、100 日後に *R. therryanum* による活力喪失率は 0℃で 100%と他の菌に比べ有意に極めて高い値を示した。23℃では約 15%と低下した。林内のサイシウモミ種子は冬季積雪期間中に *R. therryanum* により活力を失うものが多いと予想された。

第 5 章 総合考察

以上の結果から、サイシウモミの更新初期である種子段階では、低温湿層期間である積雪期間と菌による影響を大きく受けると考えられる。林内で稚樹が存在しない原因は、本研究で明らかになった *R. therryanum* による菌害の可能性が高いと考えられた。漢拏山では立地による積雪期間の違い、温度条件及び菌の分布の違いがサイシウモミ

の更新に影響していると推察できる。土壌水分が比較的高い立地に更新が制限される可能性があるが、発芽期間がトドマツより長いことから、個体群としては晩霜害などによる被害は回避しやすいことも考えられる。本研究では岩の存在と更新の関係については検討が不十分であり、今後の重要な課題である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 高 橋 邦 秀

副 査 教 授 矢 島 崇

副 査 助 教 授 洪 谷 正 人

副 査 教 授 小 池 孝 良 (北方生物圏フィールド
科学センター)

学 位 論 文 題 名

サイシウモミ種子の発芽特性及び菌害に関する研究

本論文は5章、105頁の和文論文で、図31、表16、引用文献110からなり、参考論文2編が添えられている。サイシウモミ (*Abies koreana* Wilson) は、韓国の固有樹種であり、近年、生息域が減少し、林分衰退が懸念されているが、衰退現象の詳細はまだ十分に解明されていない。本研究は、サイシウモミの更新初期段階における生理・生態的特性を明らかにするため、済州島漢拏山のサイシウモミ保護林での更新実態調査及び種子発芽に影響を与える温度、水分、光の有無に対する種子の発芽反応について基礎試験を行うとともに、現地で越冬させた種子から菌を検出・分離し、接種試験により菌による発芽阻害を検証した。

1. 実態調査

漢拏山のサイシウモミ林では稚樹は林内に分布せず、L関数による解析から林縁部ササ密生地や岩周辺に集中分布していると判定された。林内はうっ閉しており、積雪期間がササ地や岩陰に比べて長く、平均気温も低い傾向を示した。林縁部のササ地の中に分布する岩周囲には表土の裸出した狭いスペースが存在し、種子の発芽と実生の成長に好適な空間条件を与える可能性が高いと考えられた。

2. 種子の発芽特性

発芽試験は、系統遺伝学的に最も近縁とされ、天然更新が容易なトドマツとの比較が有効であると考えて比較試験を行った。発芽試験では吸水速度、発芽時の含水率、光及び低温湿層処理による促進効果を調べた。発芽時の含水率は2樹種とも100%前後で発芽温度による差は認められなかった。蛍光灯(種子上の照度2600lux)による8時間日長処理により、2樹種とも発芽が促進されたが、最適温度(サイシウモミ:20℃、トドマツ:25℃)では、明暗処理による有意差は認められず、光の促進効果は極めて弱いと考えられた。30~150日の低温湿層処理により、発芽速度、発芽率は明らかに上昇した。現地の積雪期間にほぼ等しい150日間の低温湿層処理では、10、15、20、25、30℃の各温度における最終発芽率は、無処理種子に比べ、サイシウモミで8.5~1.7倍、トドマツで9.2~2.1倍まで増加し低温で促進効果が大きかった。最終発芽率に達する日数は各発

芽温度ともサイシウモミで38日前後、トドマツで24日前後を要し、トドマツでは低温湿層処理後直ちに発芽を開始するが、サイシウモミは発芽開始まで数日を要した。低温湿層処理後、PEG6000 溶液による乾燥処理によってサイシウモミの発芽率はトドマツに比べ高い水ポテンシャルで有意に低下し、乾燥ストレスに影響されやすいと推察された。現地で回収した越冬種子の発芽試験により林内の越冬種子の発芽率はササ地に比べ有意に低くなった。

3. 菌害による更新阻害

越冬種子への菌の平均感染率は *Racodium therryanum* が最も高く 19.9%であったがササ地と岩陰に比べ、積雪期間が長い林内での感染率が有意に高くなった。発芽率と感染率との関係は *R. therryanum* が負の相関となり発芽率の低下に関与することが示された。培養により約 20 種の菌が分離され、感染率 3%以上のもの 8 種を選び、接種試験を行った。8 種のうち *R. therryanum* は北海道において針葉樹の天然更新阻害の大きな要因として報告されているが、韓国では未発見であり最初の報告である。*R. therryanum* に感染させ、0℃で低温湿層後 30 日ではサイシウモミ種子の活力喪失率は大きくなく、100 日後の活力喪失率は 100%と他の菌に比べ有意に極めて高い値を示した。林内のサイシウモミ種子は冬季積雪期間中に *R. therryanum* により活力を失うものが多いと予想された。

以上の結果から、サイシウモミ種子の発芽は、低温湿層期間である積雪期間と菌による影響を大きく受け、林内で稚樹が存在しない原因は *R. therryanum* による菌害の可能性が高いことを示した。サイシウモミ林縁部ササ生地に存在する岩周囲がサイシウモミの更新立地となっているのは、積雪期間の違い、温度条件、土壤水分及び菌の分布の違いが影響していると推察した。サイシウモミは発芽速度が遅く発芽期間が長く、低温湿層後、トドマツのような一斉発芽による生息域の確保は難しいが、晩霜害など突発的な気象害による被害は回避しやすく、個体の維持には有利と考察した。

本研究は、サイシウモミ種子の発芽について基礎的な生理・生態的性質を明らかにし、更新阻害要因として *R. therryanum* による菌害の影響が大きいことを韓国で初めて示した。これらの結果は、学術的に高く評価されるとともにサイシウモミ林の今後の持続的管理に重要な更新適地の情報を提供するものであり、審査員一同は、趙慧卿が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。