

デジタル航空カメラ「UCD」による ニセアカシア等の河畔林情報取得研究

担当科名：資源解析科

研究期間：平成21年度

区分：民間共研（株）シン技術コンサル）

研究目的

デジタル航空写真は高いオーバーラップ率で、可視から近赤外域の12bit・4バンドセンサで撮影するため、詳細なデジタル航空写真データが取得できるとともに、得られたデータから自動的に標高データを抽出することができる。このような観測技術を利用することで、森林の樹種分類や樹高・蓄積を面的に把握できることが期待できる。しかし、UCDを利用した河畔林分野での調査活用事例は少なく、検証が必要である。本研究では、空知支庁管内の河畔林を対象にUCDで取得された画像解析結果および写真計測結果の精度検証を行う。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

美唄市美唄川河畔林

2009.05.20および2008.09.04撮影

UCD画像およびUCD画像から得られた林冠表面高

調査項目や分析方法について

1. UCD画像データを用いた樹種分類等の画像解析精度検証

2. 河畔林の樹高成長量把握等のUCD画像からの標高データ（DSM）解析精度検証

研究成果

1. UCD画像データを用いた樹種分類等の画像解析精度検証

近年、分布が拡大していると言われていながら、正確な分布把握に大きな労力を必要とする外来種のニセアカシア（図-2）について、高精細のデジタル航空カメラ（UCD）画像を用いた分布把握を行った。美唄市内の美唄川の約145haを対象に（図-2）、2008年9月4日（夏期）および2009年5月20日（春期）にUCD撮影を行い、ニセアカシアの分布が把握できるか調査した。画像から最尤法による教師付き分類を行って得られた分布図（図-3、4）と現地調査結果（図-5）とを比較したところ、夏期の画像で約65%、春期の画像で約70%の分類精度が得られた。夏期は葉のスペクトル分布の相違から、春期は開葉時期の相違から分類が可能であった。ニセアカシアの分布を効率的に把握する手法として春期および夏期のUCD画像が利用できることを示した。



図-1 開葉前のニセアカシア
（2009年5月19日撮影）



図-2 対象地



図-3 夏期UCD画像による
ニセアカシア分布図

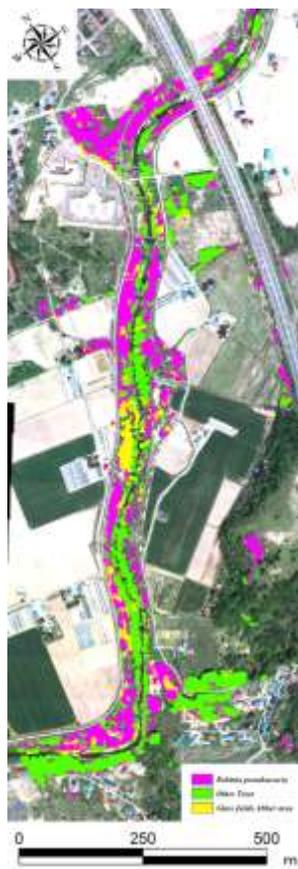


図-4 春期UCD画像による
ニセアカシア分布図

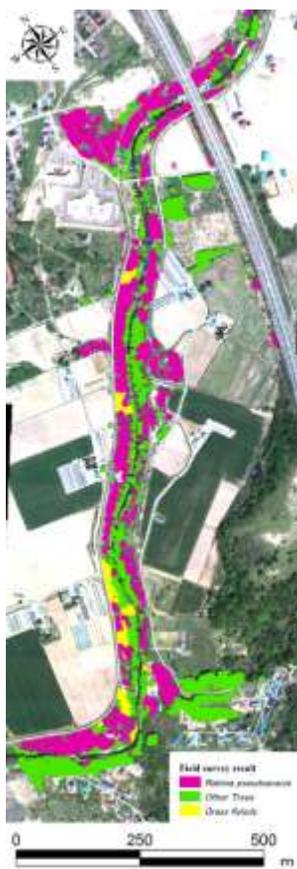


図-5 現地調査結果



図-6 Δ DSM \geq 5mの箇所

2. 河畔林の樹高成長量把握等のUCD画像からの標高データ（DSM）解析精度検証

美唄川を対象として（図-2）、UCD画像の自動標高計測を行うことによって得られるDSMデータとニセアカシアの開葉特性を利用した分布把握を試みた。夏期のUCD画像（2008年9月4日撮影）とニセアカシアが開葉していないがその他の広葉樹がほぼ開葉を終えている春期のUCD画像（2009年5月20日撮影）から得られたDSMデータを使用し、2時期の差分（ Δ DSM=夏期のDSM-春期のDSM）によりニセアカシアの分布把握が可能か検証した。 Δ DSM \geq 5mをニセアカシアと判断し（図-6）、現地調査結果（図-5）と検証したところ精度は約80%となった。

ニセアカシアと同様の開葉特性を持つ樹木の存在による精度低下や、2時期のDSMが必要なため撮影費用がかかるなど課題があるが、デジタル航空写真撮影時に取得したDSMデータを用いた本手法は、客観的・機械的にニセアカシア分布域を抽出するために有効であることを示した。

これまでの研究等で取得したUCD画像等のデジタルデータや解析結果を提示するツールとして、昨年までの受託研究対象地であった光珠内実験林の林小班界データ、UCD画像を表示できる簡易版の森林GISを作成した。

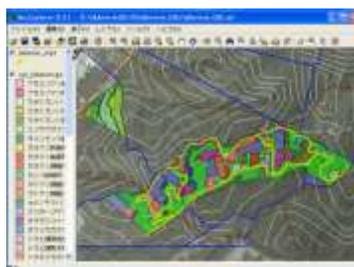


図-7 無償ソフトを利用して
表示システムを作成

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 菅野正人・志村一夫・斎藤健一（2009） 夏期に撮影したUCDによるニセアカシアの分布把握. 日本リモートセンシング学会第46回（平成21年度春季）学術講演会論文集, 177-178.
- 菅野正人・寺田文子・志村一夫・斎藤健一（2009） 春期に撮影したデジタル航空写真によるニセアカシアの分布把握. 日本リモートセンシング学会第47回（平成21年度秋季）学術講演会論文集, 193-194.
- 寺田文子・菅野正人・志村一夫・斎藤健一・澤田雅代（2010） 開葉前後2時期のデジタル航空写真の標高データ差分によるニセアカシアの抽出. 日林北支論58:119-122.

高性能林業機械を活用した 風倒被害木処理システムの開発

担当科名：林業経営部長・資源解析科（共同機関：森林総研・北大・イワフジ工業）
研究期間：平成20年度～22年度 区分：外部（農林水産実用技術開発事業）

研究目的

大型台風や爆弾低気圧により大規模な風倒被害が発生している。被害林分を放置するとCO₂の放出や虫害の発生など環境に深刻な影響を及ぼす恐れがあり、速やかに健全な森林へ再生させる必要がある。被害木の処理には高性能林業機械の活用が望まれるが、現行機種は倒木処理に適しておらず、間接的な活用にとどまっている。そのため機械化すべき最も困難な作業を手持ち式のチェーンソーで行っており、内部に反発力を蓄えた風倒木の鋸断で、人命が失われる労働災害が毎年繰り返されている。このため、風倒被害木の処理が可能な高性能林業機械を開発し、安全かつ効率的な風倒被害木処理システムを提示する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：支笏湖畔，苫小牧市，足寄町，真狩村，むかわ町
材料：衛星画像，空中写真，10mメッシュ標高データ，林道データ等，既存および改良フェラーバンチャ，クローラカート型集材装置，移動式チップパー

調査項目や分析方法について

- ・風倒被害処理に必要なデータ収集手法開発
- ・森林GISの解析機能を利用した風倒被害箇所の処理優先順位手法開発
- ・森林GISによる図面表示
- ・ビデオによる時間観測と作業分析，生産性把握

平成21年度の研究成果

6. 風倒処理計画のための効率的な情報取得技術の開発

支笏湖畔の2004年台風18号風倒被害箇所を対象に風倒被害箇所の資源票（案）を作成した（表-1）。風倒被害箇所について50mメッシュに細分化し，森林GISの解析機能を利用して樹種，林齢，傾斜等の各データを取得し図面に表示した（図-1）。作成したデータをもとに風倒被害箇所の処理優先順位の決定方法を検討し，結果を図示する手法を開発した。

表-1 風倒被害箇所の資源票（案）

ID	被害形態	樹種	林齢	標高	傾斜角	傾斜方向	風倒木方向	道路からの距離	道路等からの位置	河川からの距離	処理順位
1	根返り	トドマツ	25	269	9	10	250	113	下方斜面	10	1
2	中折れ	トドマツ	30	356	23	354	10	390	上方斜面	50	2
3	根返り	カラマツ	35	265	7	240	30	146	上方斜面	30	3
4	中折れ	広葉樹	60	452	29	46	340	395	下方斜面	500	4
5	中折れ	広葉樹	35	464	33	148	150	432	上方斜面	150	5



図-1 被害箇所の傾斜区分 図-2 処理優先順位結果

7. 試作機による安全かつ効率的な処理システムの開発

改良フェラーバンチャ（図-3）とクローラカート型集材装置による風倒被害木処理システムを開発した。このシステムの生産性は2.2～3.8m³/人・時となり，従来方式の2～4倍に相当した（図-4）。被害木を移動式チップパーで処理する際は，全木よりも半幹や短幹の形態で投入するのが有利と考えられた。

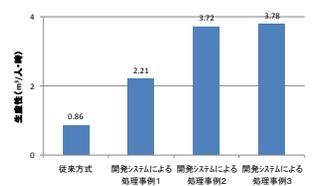


図-3 改良フェラーバンチャ 図-4 生産性の比較

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 菅野正人（2010）風倒被害箇所における林業機械作業を効率化するための森林情報取得と活用方法について 日林学術講121
- 木幡靖夫ほか（2010）現地検討会「風倒木処理作業の機械化と北欧における高性能林業機械の最新事情」の報告，北方林業62：37-42
- 木幡靖夫ほか（2010）フェラーバンチャによる風倒木処理の試み，日林北支論58：93-96
- 木幡靖夫ほか（2009）風倒木の処理作業に関する若干の考察，第120回日本森林学会大会
- 現地検討会「風倒木処理作業の機械化と北欧における高性能林業機械の最新事情」の開催（2009年7月，上土幌町，参加者120名強）

北海道生物多様性保全モニタリングに関する研究

担当科名：林業経営部主任研究員，鳥獣科，経営科，育林科

研究期間：平成20年度～22年度 区分：重点領域（環境研主管）

研究目的

生物多様性保全の観点から、生態系のモニタリング手法を確立し、自然再生のための生態系の評価基準を明らかにする。また、一次産業との共生を図り、生態系の規模や構成、空間配置等広域的な自然環境の評価手法を確立する。林業試験場では、天然林や人工林における植生調査の実施に加え、既存の植生調査資料を活用することにより、森林の生物多様性の指標である植物多様性に係わる要因を解明する。これらの調査結果や既存の知見を踏まえて、生物多様性の保全を考慮した施業技術を開発する。また、環境科学研究センターとともに石狩低地帯のエゾシカ個体群の生息密度を明らかにするとともに、森林植生に与えるエゾシカの影響評価のためのモニタリング及び生態系評価手法を検討する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

- 既存の植生調査資料242林分
- 既存の毎木調査資料1950林分
- 道有林空知管理区トドマツ人工林22林分
- 空知支庁管内広葉樹天然林9林分

調査項目や分析方法について

- 1 天然林における植物多様性に関わる要因の解析
- 2 人工林における植物多様性に関わる要因の解析
- 3 エゾシカ個体群の評価及び植物との相互作用に関する研究

平成21年度の研究成果

1 天然林における植物多様性に関わる要因の解析

天然生林における既存の毎木調査資料（1950林分）を用いて、林分構造を大径木、中径木、小径グループに類型化した。道央地域の340林分の調査資料を用いて、類型化したグループごとの森林タイプを抽出し（図-1）、天然生林における林分構造と主要樹種の組成（森林タイプ）との対応関係を明らかにした。

2 人工林における植物多様性に関わる要因の解析

道有林空知管理区のトドマツ人工林に設定した20×20mの調査区22箇所（林齢4～76年生）において、開花や結実の認められた下層の植物を調査したところ、出現種から区分された植生タイプは、林齢や林内の明るさに対応していた（図-2）。

3 エゾシカ個体群の評価及び植物との相互作用に関する研究

空知支庁管内の広葉樹天然林に設定した20×20mの調査区9箇所において、稚樹のエゾシカ食痕や樹高成長等を調査した。稚樹数やその変化には上木の状態や種組成などが影響しており、稚樹数のみからエゾシカの影響を知るの難しいことがわかった。また、高さ130cm未満の稚樹は食痕の有無によって樹高成長に差があったが、大きな稚樹の食痕は側枝のみの場合も多いため、樹高成長に明瞭な違いがなかった。

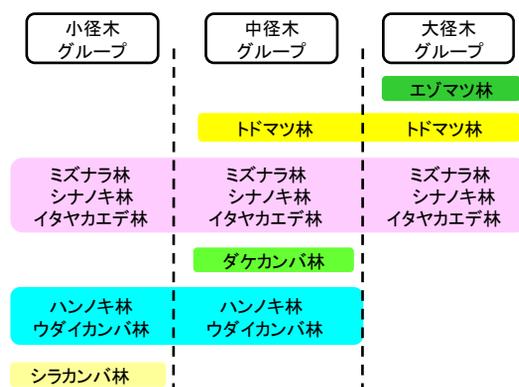


図-1 林分構造グループと森林タイプとの関係

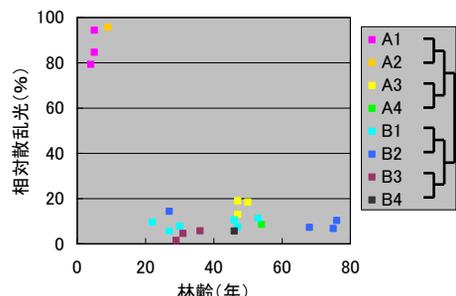


図-2 トドマツ人工林における下層植生のタイプ区分と林齢及び相対散乱光強度との関係

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 八坂通泰（2010）植物の種数が多い森林では絶滅危惧植物も出現しやすいか？ 日本森林学会北海道支部論文集 58（印刷中）。
- 明石信廣ほか（2010）北海道における森林植物の多様性保全に向けて、平成21年度北の国・森林づくり技術交流発表集（印刷中）。

道内カラマツ資源の循環利用促進のための 林業システムの開発

担当科名：林業経営部主任研究員，育林科，育種科，道北支場，道東支場
研究期間：平成19年度～22年度 区分：外部資金（森林総研主管，
農林水産技術会議「実用技術高度化事業」）

研究目的

これまでカラマツ人工林施業においては低コスト化，加工利用技術の向上等の取組がなされてきたが，それぞれ個別の目標の下に実施されてきたため，川上・川下一体型のシステムの確立には至っていない。そのため，立木・原木段階での強度性能の評価技術を確立し，用途（生産目標）に適した家系および効率的施業モデル（川上），カラマツの利用適性を踏まえた効率的利用モデル（川下）を提案するとともに，これらを合わせた収益性の高い林業システムを確立する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

- 胸高直径8～56cmの細りデータ
- 訓子府検定林グイマツ雑種F₁43家系・カラマツの54家系
- 平取町間伐試験地、丸太およびラミナヤング係数、年輪密度

調査項目や分析方法について

- 1 施業タイプごとの収穫量・育林コストの比較検討
- 2 建築用材に適した家系の選抜
- 3 立地条件や生産目標に適した家系および効率的施業モデルの提示

平成21年度の研究成果

1 施業タイプごとの収穫量・育林コストの比較検討

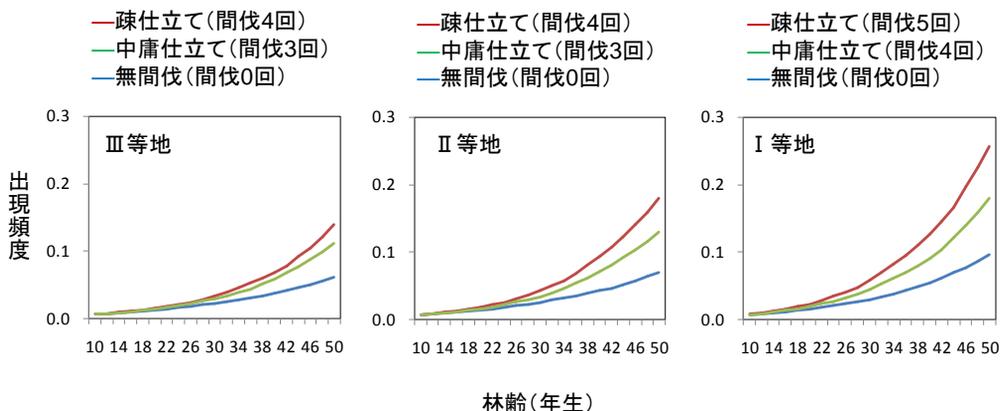
・新たに大径木中心にデータを収集し既存の細り表を改善し，システム収穫表で任意の採材長での末口径別丸太本数の予測を可能とした。またカラマツ林内の光環境が立木本数、胸高断面積合計、林齢によって説明可能なことがわかったため、ソフト上でカラマツ林内の光環境を再現し、様々な地位や植栽本数における林冠閉鎖時期が推定できるようになった。

2 建築用材に適した家系の選抜

・平均繊維傾斜度、材密度、ヤング係数、幹曲がり、林分材積について家系ごとに5段階の相対評価を行いそれぞれの形質の重みを等しくして、優良家系を選抜した。

3 立地条件や生産目標に適した家系および効率的施業モデルの提示

・樹齢、採取高、年輪幅、収量比数等により年輪の平均密度が説明できること、強度別ラミナの出現確率が平均密度を丸太毎に平均した値により説明できることから、結果をシステム収穫表に統合することで、様々な施業を実施したときの強度別ラミナ出現頻度が評価できる（図－1）。



図－1 強度の高いラミナ（ヤング係数11GPa以上）の出現頻度の予測

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 八坂通泰,林業技術シンポジウム（H22,2東京）
- 山田健四ほか、日林北支論58、印刷中
- 滝谷美香ほか、第58回日本森林学会北海道支部大会（H21,11札幌市）
- 市村康裕ほか、第58回日本森林学会北海道支部大会（H21,11札幌市）
- 内山和子ほか、第58回日本森林学会北海道支部大会（H21,11札幌市）

地球温暖化と生産構造の変化に対応できる 北海道農林業の構築

担当科名：林業経営部主任研究員，経営科，育林科，育種科
研究期間：平成21年度～25年度 区分：特定政策研究

研究目的

地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業を構築するため、農業分野においては、地球温暖化が北海道農業に及ぼす影響を明らかにするとともに、低コスト・省力に農地を維持できる新たなバイオマス作物（子実トウモロコシや多年生草本）の導入を検討する。林業分野においても、二酸化炭素固定能の高い品種や効率的な二酸化炭素の固定と排出削減を図る木材生産・利用システムを開発する。さらにこれらバイオマス資源の生産・利用におけるコストと環境評価から有効利用策を検討する。

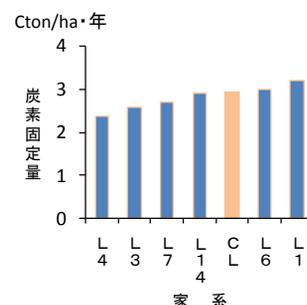
研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について
美幌市、新得町
訓子府町カラマツ次代検定林

調査項目や分析方法について
グイマツ雑種F1植栽密度試験林、カラマツ高齢人工林
次代検定林の成長量と容積密度数の測定

平成21年度の研究成果

1 二酸化炭素固定能の高い品種の選抜と増殖技術の改善
33年生カラマツ次代検定林で同地域におけるクリーンラーチ（CL）の炭素固定能力を上回るカラマツ家系を見出した（図-1）。
さし木台木の枯死率が高い3月に温室で台木育成を開始するスケジュールを4月露地植えにした場合、7月上旬にさし木を実施すれば得苗率が高くなることが明らかとなった。



2 二酸化炭素固定向上を図る育林システムの確立

(1) 早期固定システムの開発
美幌市光珠内の林業試験場実験林のグイマツ雑種F1植栽密度試験林における樹高や直径の調査データを分析した結果、1000本（/ha）植栽（無間伐）では20年で平均直径20cm、林分材積200m³を超え利用可能な径級に達していた。本結果は1000本植栽が早期固定に有効であることを示唆している。別年間炭素固定量：CLは同地域

(2) 長期固定システムの開発

カラマツ人工林の長期間の収穫予測が可能な北海道版カラマツ人工林収穫予測ソフトを改良するため、新得町の71年生カラマツ人工林における調査データ等を加え、直径成長量の予測式を改変し地位の低い場所での適合性を改善した（図-2）。本結果は炭素固定能の予測精度向上に寄与する。

3 森林バイオマス利用型機械作業システムの開発

伐採後、林内に残置され13ヶ月から36ヶ月を経過した未利用材について空知管内の8箇所を調査した。未利用材は、早ければ伐採後1年で腐朽が始まり、間伐後2年でササに埋もれ機械のオペレータが目視できない箇所があるなど(写真-1・2)、伐採直後でないことと集荷が難しいことがわかった。しかし年に10万トンを超える必要があることを踏まえ、次年度より小型の林業機械を活用した未利用材集荷作業システムの実証に移る。



写真-1
ササに埋もれた未利用材

写真-2
定性間伐地の未利用材

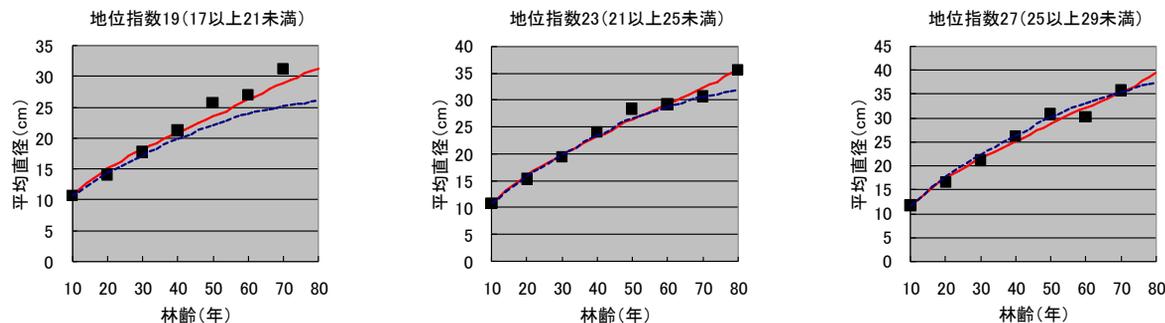


図-2 カラマツ人工林の胸高直径の実測値と予測値の比較
■2700林分の実測値、----- 旧予測、—— 新予測

樹木根系を利用した道路のり面の崩壊防止技術の開発

担当科名：防災林科

研究期間：平成20年度～22年度

区分：民間共研（株式会社北海道技術
コンサルタント、北海道三祐株式会社）

研究目的

道路法面では大雨や土壌の凍結融解などにより、表層崩壊がしばしば発生している。現状では浸食防止のため張り芝や牧草の吹き付けなどが行なわれているが、それらの草本のみでは浸食防止には役立ってても、表層崩壊の防止には効果が小さい。さらに、周囲の自然景観との違和感も大きい。そこで、樹木を導入し、根系の表層崩壊防止効果を発揮させ、景観性の向上を図ることが期待される。本研究では道路法面への樹木の導入方法を明らかにし、根系による崩壊防止効果を定量化することを目的とする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について
切土法面試験地（光珠内実験林）
盛土法面試験地（当別町）
道路法面植栽試験地（土幌町）

調査項目や分析方法について
植栽後の活着状況調査（土幌町）
切土法面試験地での植生調査（光珠内実験林）
盛土法面試験地での植生調査（当別町）

平成21年度の研究成果

1. 法面の造成試験

平成20年秋に造成した盛土・切土試験地の一部で、混入により、播種していない多年生牧草が繁茂する等したため、昨年の吹き付け面を一部はぎとり、21年11月に、新たな試験区を設けた。新たな試験区にはタニウツギ等7樹種の低木の種子を用いた。

2. 法面への樹木導入試験

土幌町下居辺の切土面試験地（カラコギカエデとハマナスのポット苗を平成20年12月と21年6月に植栽）では、生残率および平均樹高は、両樹種とも春植区の方が高かった。また、カラコギカエデは、秋植区および春植区とも東向き斜面において平均樹高が西向き斜面に比べて高くなった（表-1）。

表-1 切土法面における植栽試験結果

		秋植		春植	
		平均樹高 (cm)	生残率 (%)	平均樹高 (cm)	生残率 (%)
カラコギカエデ	東向	11.7	100	14.4	100
	西向	9.0	60	11.8	100
	全体	10.7	80	13.1	100
ハマナス	東向	6.3	42	6.3	95
	西向	5.0	52	6.2	91
	全体	5.6	47	6.3	93

盛土・切土試験地では、植生基材に混合した土（実験林で採取）中から生育した草本が多くの処理区で繁茂していた。盛土試験地では、切土試験地と比べて、木本の生育が多かった（図-1）。

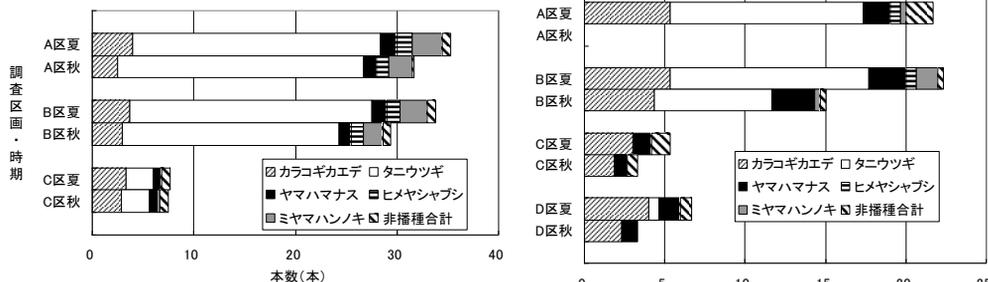


図-1 各処理区の木本の生育本数（左：盛土 右：切土）

盛土試験地のD区では木本の発芽なし

A区：心土+ファインピート B区：心土
C区：表土 D区：心土+牧草

3. 樹木の崩壊防止効果測定

モデル解析の結果、木本緑化により法面の安全性が向上する可能性が示唆された。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

広葉樹林化のための更新予測及び誘導技術の開発

担当科名：防災林科，育林科，鳥獣科，道南支場，流域保全科

研究期間：平成19年度～23年度

区分：外部資金（森林総研主管

農林水産技術会議・実用技術開発事業）

研究目的

人工林における広葉樹林化の適地判定基準を策定するため、施業履歴、林分配置など条件が異なる一斉人工林において、広葉樹の天然更新の現状把握を行い、天然更新の適地に関する判定項目及びその基準値などを開発し、適地判定基準を明らかにする。また、天然更新を促進させるため、上木制御による更新樹の定着・成長促進技術や散布動物を活用した天然更新促進技術を開発する。こうした結果を整理し、更新検証システムの開発、誘導施業モデルの作成を行う。

研究方法（調査地概要や調査方法）

●天然更新に影響する要因の評価
カラマツ628林分、トドマツ372林分のデータを利用して、広葉樹の密度に影響する要因を、一般化線形モデルにより検討した。

●林内の光環境の予測指標
トドマツ67林分で林内照度を測定し、相対量子束密度と林分情報との関係を検討した。

●施業—土砂移動量の変化
トドマツ林の間伐列、無間伐列、集材路等で土砂移動量を測定し、表土露出率との関係を検討した。

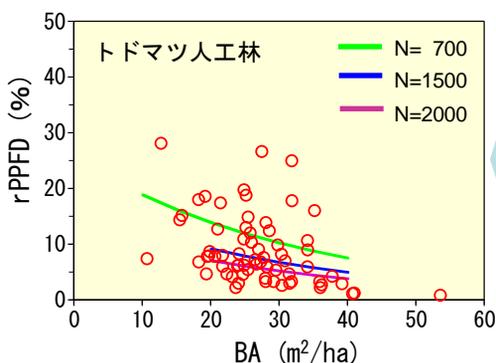
平成21年度の研究成果

表1 人工林への高木性広葉樹の侵入に影響する要因

要因	効果	因果関係、特徴
林 齢	+	更新機会 (種子散布量, 間伐回数)
広葉樹林からの距離	-	種子散布量 (風>鳥被食≥貯食)
斜面傾斜角	+	表層土壌の安定性
植栽木材積	-	林内の光環境

人工林内における広葉樹侵入の影響要因として、林齢、広葉樹林からの距離、斜面傾斜角、植栽木材積、斜面傾斜角などを抽出し、稚樹数を予測する手法を確立した（表1）。

土砂流出量は土砂受箱直上部の表土露出率と相関がみられた（図2：伐採4カ月後から1年間）。



簡便に得られる林分情報（胸高断面積合計、密度）により林内の光環境を予測する手法を構築した（図1）。

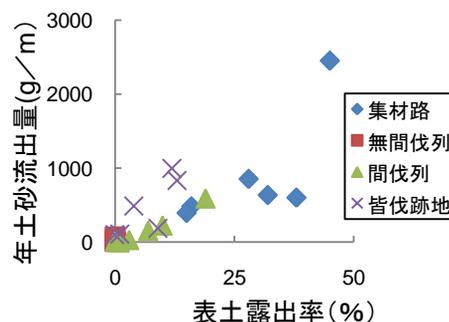


図1 人工林内の相対量子束密度（rPPFD）と林分情報との関係
BA：胸高面積合計、N：密度

図2 土砂受箱上部の表土露出率と土砂流出量の関係

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 明石信廣（2009）幼齡人工林におけるエゾシカ食害の発生状況とエゾシカ生息密度指標との関係。日本森林学会誌91(3)：178-183.
- 南野一博ほか（2009）野ネズミによるドングリの持ち去り試験～動物散布による人工林の混交林化に向けて～。光珠内季報157：9-13.
- 今 博計（2010）人工林から混交林への誘導技術の開発。公立林業試験研究機関研究成果選集7

造林未済地の把握技術および天然更新を利用した 森林化技術の開発

担当科名：防災林科、資源解析科（酪農学園大、北大、森林総研、EnVision）
研究期間：平成21年度～23年度 区分：外部資金
(農林水産技術会議・実用技術開発事業)

研究目的

造林未済地の実態を把握するため、衛星データにより、伐採跡地を抽出する方法を開発する。また、GISデータや聞き取り調査等により未済地の発生要因の地理的、社会的条件の分析を行う。また、伐採跡地のうち天然更新により森林再生を任せる場所と、更新が難しく造林が必要な場所とを判別する判定基準を開発するため、伐採前の前生稚樹、土壌中で休眠している埋土種子等による植生回復のメカニズムを解明し、包括的な実用指針を策定する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

●GIS解析機能を利用した未済地の表示
森林情報（森林調査簿）、地理情報（国土地理院発行50mメッシュ標高データ）、道路情報（国土数値情報および林道データ）、植生情報（自然環境情報GISデータ）を整備し、未済地の表示手法を開発した。

●豊頃町のカラマツ伐採跡地での植生調査
伐採後3～10年経過した跡地63カ所で、5m×5mの調査区を設置し、木本類の密度、サイズを測定した。収集したデータを用いて、植生回復の類型化を行い、植生の回復状況の把握と更新に関する問題点の抽出を行った。

平成21年度の研究成果

整備したデータをもとに森林GISの解析機能を利用して、造林未済地の伐採からの経過年数、所有形態、標高、傾斜、道路からの距離等を図面に表示する手法を開発した（図1）。

植生データの分析の結果、9つの植生タイプに分類され、跡地では様々な植生が回復していることがわかった（図2左）。成立する植生タイプの違いには、微地形、地表攪乱の有無、前生樹の存在が影響していると考えられた。

ミズナラ型を含む多くの植生タイプでは森林化に必要な高木性広葉樹が多く生育していたが、低木種が優占するタラノキ型、ノリウツギ型では、高木種の個体数が3.5本/25㎡（1,400本/ha）を下回っていた（図2右）。また、樹高1.3m未満の稚樹の本数も少なく、このままの状態では速やかな森林化は望めない可能性があると考えられた。

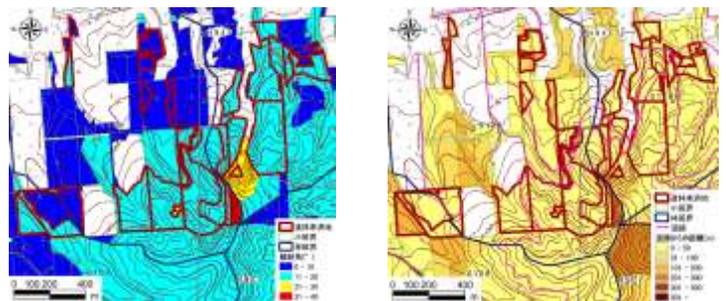


図1 小班毎の各種情報と造林未済地の重ね合わせ事例（左：傾斜、右：道路からの距離）

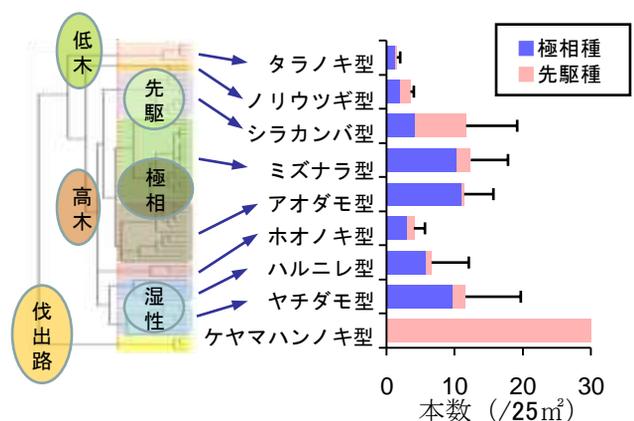


図2 調査地の類型化（左）と跡地に成立した植生タイプでの高木性広葉樹の個体数(H≥1.3m)（右）

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 今博計ほか（2009）十勝南部の再造林放棄地における植生回復。第58回日林学会北海道支部大会
- 今博計（2009）試験研究の全体概要の説明。十勝地域の造林未済地の森林再生に向けたワークショップ

外来種ニセアカシアの管理技術の開発

担当科名：防災林科・保健機能科・育林科・資源解析科（北海道工業大学）
 研究期間：平成20年度～22年度 区分：重点領域

研究目的

北海道に広くみられる外来種ニセアカシアは、最近、環境省によって要注意外来生物に指定され、北海道の外来種リストでもカテゴリーAにランクされた。ところがニセアカシアは養蜂業の主要蜜源植物であり、そのミツバチは農作物の受粉にも大きく寄与だけでなく、北海道民にも広く親しまれている。しかし、ニセアカシアの管理方法や取り扱い指針は現在のところない。そのため、駆除方法だけでなく、合意形成を図る場合に必要となる基礎情報や、ゾーニング方法に関する研究が必要とされている。

研究方法（調査方法）

調査地と調査方法（2009年度分）

1. 管理方法の検討

①萌芽能力（幌向川・空知川）、②埋土種子（林試構内での被陰試験等）、③分布域と土地利用を調査（札幌市三角山・旭山・円山・藻岩山地域、空知川河畔）、④既往事業の視察（函館市大森沢、江差町柳崎）

2. 合意形成のための基礎情報収集

①人工林の種組成調査（道南）、②水生生物への給餌試験と沿海潜水調査（余市町畚部川）③農協と養蜂家への聞き取り調査

3. ゾーニング方法の検討

①養蜂業者へのアンケート調査（北蜂協と連携）、JAへの取材、②分布域の推定（札幌市旭山・円山・藻岩山地域、空知川・畚部川河畔）

平成20年度の研究成果

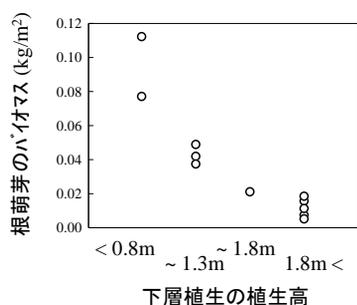


図-1 萌芽再生試験地における1生育期間後の根萌芽の出現状況

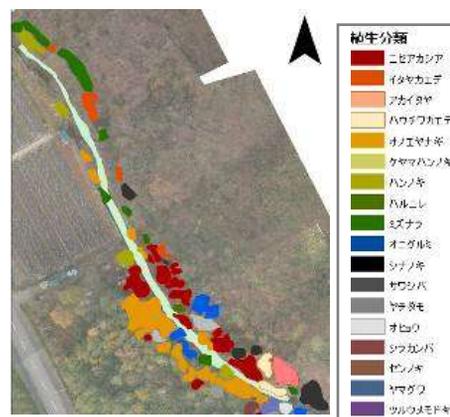


図-3 パラグライダー撮影写真（秋撮影）からの樹種判別

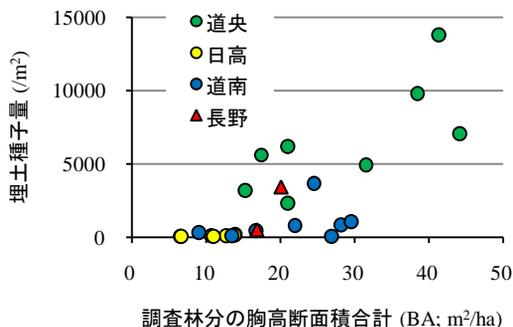


図-2 ニセアカシア人工林内の埋土種子量

ニセアカシア林伐採後の萌芽枝発生量は、伐採時期に大きな影響を受けたが（冬>秋=春>夏）、根萌芽発生量は下層植生の植生高にも大きな影響を受けた（図-1）。人工林内の土壌シードバンクは、林齢よりはBAと相関があり（図-2）、さらに養蜂業の蜜源として利用されているほど多かった。パラグライダーからの秋撮影写真によってニセアカシアの判別は可能だった（図-3）。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- Masaka K, Yamada K (2009) Variation in germination character of *Robinia pseudoacacia* L. (Leguminosae) seeds at individual tree level. *Journal of Forest Research* 14: 167-177.
- 柳井・山内（2009）ニセアカシア河畔林が底生生物に与える影響。第19回日本景観生態学会（口頭発表）
- 真坂一彦ほか（2009）外来種ニセアカシアの萌芽再生能力の春夏秋冬。第58回日本森林学会北海道支部会（ポスター発表）
- 山田健四ほか（2010）ニセアカシア種子の埋土期間と発芽能力。第57回日本生態学会（ポスター発表）
- 真坂一彦ほか（2010）ニセアカシア林内における土壌シード・バンクの発達要因。第57回日本生態学会（ポスター発表）
- 真坂一彦ほか（2010）ニセアカシア天然林の成立における実生更新とクローン成長の貢献—北海道美唄市の不成績造林地での事例—。北海道林業試験場研究報告47: 45-50.

北海道産サケ野生集団の評価と 流域生態系の動植物に及ぼす影響の解明

担当科名：流域保全科・企画課（共同機関：水産孵化場・環境研・衛研・
地質研・東北大・北大・全道のさけます増殖事業協会）
研究期間：平成21年度～23年度 区分：重点領域

研究目的

近年、北米において遡上サケ由来の養分が食物連鎖を通じて河畔の針葉樹林の成長に寄与していることが報告されたが、日本など冷温帯の落葉広葉樹林でこのような効果があるかどうかは確認されていない。かつて北海道では多数の野生サケ・マスが河川上流でホッチャレ*となり、それらの一部は鳥や哺乳類などにより陸上に運ばれていたと考えられる。その河畔植生への影響を解明することは、森林の成長と健全な生態系の再生にとって意義がある。そこで本研究では、実験的にホッチャレ設置を行なうことで、樹木への施肥効果を明らかにする。

* 産卵、放精後のサケ・マスの死体

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

1. 林業試験場光珠内実験林河畔
2. 林業試験場構内設置プランター

調査項目や分析方法について

- 方法：1. 天然生河畔林におけるホッチャレ設置
2. プランター苗木へのホッチャレ施肥
両試験地における土壌養分添加、苗木への施肥効果を分析

平成21年度の研究成果

1. 天然林におけるホッチャレ由来養分の添加効果の確認

ハルニレ、ケヤマハンノキなどからなる天然生河畔林にホッチャレ（シロザケ雄）30尾を設置した。このうち10尾は水中に、10尾は冠水を受けやすい砂礫堆（図-1）に、残りの10尾は林内に、金網で包んで固定した。融雪期以降、定期的にホッチャレ下の土壌を採取し、植物に必要な主要元素、微量元素等の添加養分の分析を行なう。

冬季間、キツネによる積雪下のホッチャレの頻繁な掘り起こし活動が確認された（図-2）。



図-1 河畔に設置されたホッチャレ



図-2 キツネによるホッチャレの探索

2. 植栽試験によるホッチャレ施肥効果の検証

ハルニレ、オノエヤナギの当年生稚樹を植栽したプランターをそれぞれ20個作成し、半数にホッチャレを設置し、残りを対照区とした（図-3）。融雪期以降、同様に土壌の分析を行なうとともに、1～2年成長後に各樹種のサイズを測定し、施肥効果を確認する。



図-3 プランターに設置されたホッチャレ

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

生分解性ポット苗植栽による吹付け施工斜面緑化技術の改善

担当科名：流域保全科，緑化樹センター主研，管理技術科

研究期間：平成21年度～ 年度 区分：民間共研（(有)フーマ）

研究目的

施工現場で発生した伐採木等の廃材を原料としたチップを吹付ける工法（PRE緑化工法）を施工した斜面において，主に生分解性ポット苗の植栽により，現場の周辺の景観と調和した，北海道に自生する木本植物を使った緑化技術を改善することを目的とする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地

ポット苗育苗試験…林試構内

植栽・吹き付け試験…H21:足寄町

（既存試験地も継続調査：上土幌町・清水・乙部町）

材料

生分解性ポットと非分解性ポットを組み合わせた二重ポット，
使用樹種…コバノヤマハンノキ，ミズナラ（先行研究では他に
イタヤカエデ，タニウツギ等を植栽）

調査項目や分析方法について

- ・養成ポット苗の生育調査（樹高）
- ・現地に植栽したポット苗の生育調査（樹高・活着率）
- ・吹き付け植栽時のポットの耐久性

平成21年度の研究成果

1. ポット苗の育苗

生分解性素材のポットでの育苗では，ポット素材（ジフィーポット，生分解性ポット，生分解性不織布）による樹高の差はなく，どのポットでも支障なく生育した。

市販の軽量培養土を用いた育苗では，保水性が良すぎたためか生育が良くなかった。

2. ポット苗の植栽手法の検討

植栽現場での運搬を容易にするため，プラスチック製の育苗トレーを用いて育苗したポット苗の植栽を行った。その結果，多くの苗を一度に運搬できて，現場植栽時の施工性が良かった。

3. 現地吹き付け、ポット苗植栽試験

・足寄試験地で，多年生牧草による植栽した苗への被圧を軽減するため，防草シートの敷設を行った。10月の調査時には，シートはすべて残っていて，苗周辺の牧草を抑えていた（写真1）が，ポット苗の高さに差は見られなかった。



写真1 足寄試験地の防草シート



写真2 清水試験地のミズナラ

・先行研究での試験地に植栽したポット苗は，ハンノキ類（ケヤマハンノキ，コバノヤマハンノキ）では吹き付け時に導入した草本類の高さ（40～50 cm）を超えて順調に生育しており，清水試験地では，ミズナラ，イタヤカエデも，牧草類の高さ程度に生育していた（写真2）。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

ハイリスク港指定解除に向けた マイマイガ密度管理方法の開発

担当科名：森林保護部主任研究員・病虫科

研究期間：平成20年度～22年度

区分：外部資金（農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」）

研究目的

マイマイガは卵塊が船舶に付着し外国に侵入する恐れがあり、函館、八戸、広島などの港はアメリカ合衆国とカナダ両政府から、2007年にハイリスク港として指定され、輸出に障害をきたしている。

港周辺におけるマイマイガを低密度化するため、防除対象地域を確定するとともに、薬剤を使わない防除方法として天敵微生物の導入、物理的防除法の開発、マイマイガ幼虫の食害を受けにくい緑化樹に関する研究を行い、これらの総合化によりハイリスク港指定解除を目指す。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

美唄市林業試験場構内・厚真町

調査項目や分析方法について

- ・雌成虫飛翔距離
- ・フェロモントラップ誘殺範囲
- ・物理的防除法の検討
- ・幼虫の餌にならない緑化樹の特定

平成21年度の研究成果

- ・雌の飛翔距離は雄と同居させた場合が平均0.54m（最大13m）、雌と同居させなかった場合が平均0.48m（最大12m）で大差なく、交尾の有無は飛翔距離にほとんど関係しないと考えられた。
- ・フェロモントラップにおける雄の再捕獲率と放した距離との間に負の相関が認められたが、バラツキが大きく、信頼性の高い回帰式は得られなかった。
- ・幹に布などを巻く物理的防除法について資材の材質を比較した結果、幼虫・蛹では麻布>ポリエチレンシート、卵塊では不織布>麻布であった（図-1）。
- ・イチイ、クロマツ、ハコネウツギは幼虫の餌にならないことが分かった。

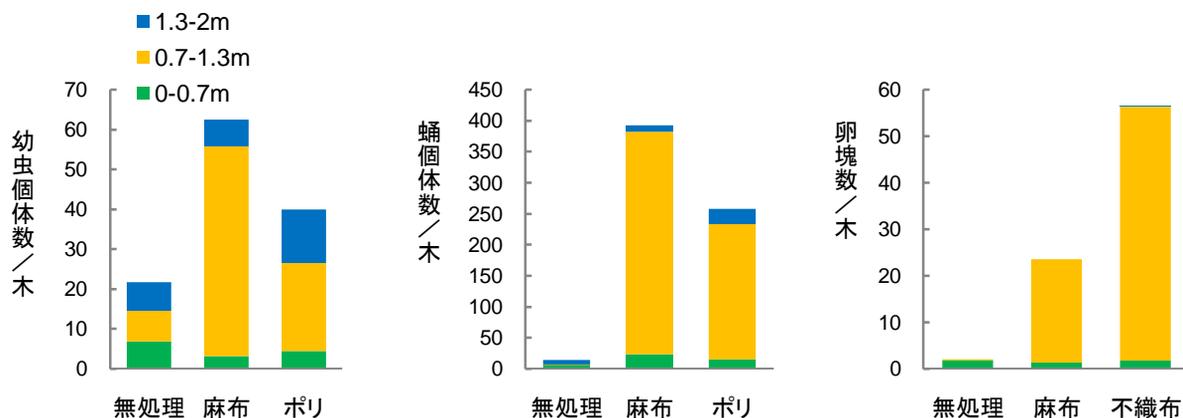


図-1 材質による幼虫・蛹・卵塊数の違い(ポリはポリエチレンシート)

樹幹の0.7～1.3mに布・シートを巻きつけた。幹の高さ0～2mの範囲を3区分して、幼虫・蛹・卵塊数を調べた。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

○北海道立林業試験場（2010）最近大発生しているマイマイガの生態・被害・防除，北海道立林業試験場：4pp.

生態系管理のためのエゾシカによる 自然植生への影響把握と評価手法の確立

担当科名：鳥獣科・森林保護部長・道南支場

研究期間：平成21年度～23年度

区分：外部資金（三井物産）

研究目的

近年、ニホンシカの個体数の爆発的な増加により、農林業被害に加え自然植生の退行、天然林の更新妨害、自然公園の景観悪化等が深刻化しているが、天然林、湿原や高山植生など自然植生への影響の実態は未だ不明である。そこで、天然林での被害調査、湿原や高山草原での現地調査及びリモートセンシングデータによる時系列解析等を実施する。さらに蓄積されているデータも加え、個体数や植生変化などの将来予測のシミュレーションモデルを構築する。これらの成果により、自然植生へのシカの影響をモニタリングするための手法を提示するとともに、エゾシカ保護管理計画策定のためのデータ収集や解析方法、合意形成手法を確立し、政策への提言と具体化を図る。

林業試験場では、環境科学センター及び酪農学園大学とともに、既存データの解析を進めるとともに、国有林と連携して天然林へのエゾシカの影響に関する現地調査を実施する。この結果を踏まえて自然植生に対するエゾシカの影響評価方法を取りまとめる。

研究方法（調査地概要や調査方法）

エゾシカの影響が現れている森林の踏査
洞爺湖中島、由仁町、新冠町、西興部村など

天然林の動態に及ぼすエゾシカの影響調査
固定試験地の調査：由仁町、新得町

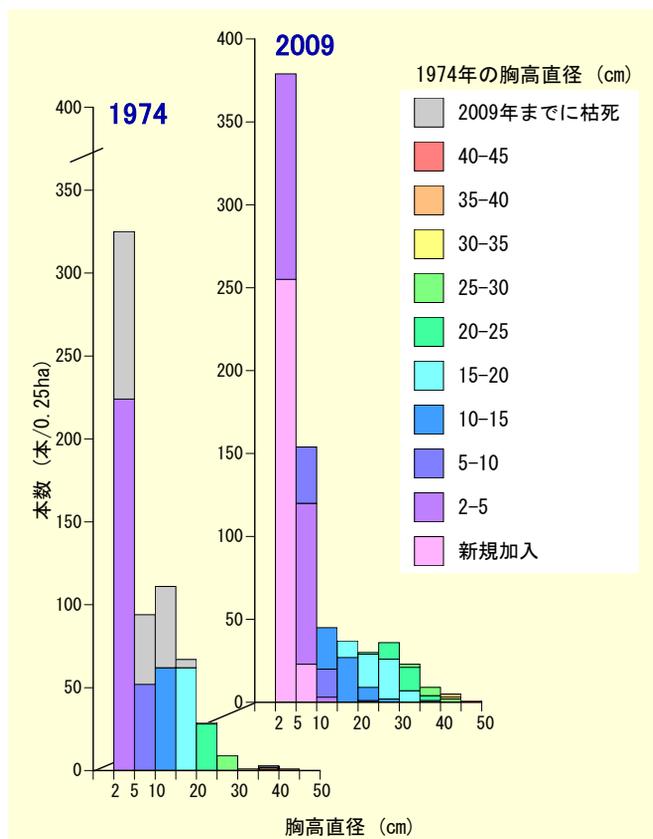
平成21年度の研究成果

道内各地の森林を踏査したところ、林内の下層植生が消失しても林縁などには植生があることが多く、林縁植生の消失がみられたのはエゾシカの生息密度が非常に高い地域だけであった（写真－1）。

天然林へのエゾシカの影響を検討する基礎とするため、エゾシカの影響が顕著ではない新得町の広葉樹二次林の35年間の動態を解析した。上層木が成長する一方で、下層木は枯死したものが多かった。エゾシカの影響により新規加入が阻害されると下層木は消失するが、上層木に林冠ギャップの拡大などの大きな影響は生じにくいことが示唆された（図－1）。



写真－1 エゾシカ高密度地域における林縁植生の消失
シカ防護柵内（写真上）では林縁が植生で覆われているが、柵外（写真下）では樹木の枝が食べ尽くされている



図－1 新得町の広葉樹二次林における直径階分布の変化

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

石炭露天掘り跡地における樹林化技術の確立

担当科名：緑化樹センター主任研究員・防災林科・流域保全科
（共同機関：空知炭礦株式会社）
研究期間：平成20年度～24年度 区分：民間共同研究

研究目的

化石燃料の石炭が掘り出された露天掘り跡地は、養分の失われた理化学性の悪い土石が堆積しており、通常の植林方法では森林を再生することは困難な現状にある。しかし、新たな場所の採掘にあたっては、現存跡地の樹木による緑化が必要なため、石炭露天掘り跡地の確実な樹林化手法が求められている。そこで本研究では、樹種や植栽箇所の土壌改良等、石炭の露天掘り跡地を樹木により緑化する技術を確立する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：歌志内市にある空知炭礦の石炭露天掘り跡地
材 料：土壌改良等の各種試験地を設け、苗木の植栽と播種を行った

調査項目や分析方法について

調査項目：植栽木の活着率、樹高
土壌の水分、温度の測定
分析方法：生育状況の目視調査、樹高測定機器による測定

平成21年度の研究成果

1. 露天掘り跡地で活着、成長の良好な樹種、植栽方法の確立
樹種別普通植栽（4種）、ケヤマハンノキポット苗の時期別ねせ植え植栽を行った。
秋の樹高、当年伸長量、生存率は樹種間で差が見られたが大きな違いはなかった（図-1）。
ねせ植え試験では7月、8月の夏期に行った区で生存率が60%以下と低かった。これは新たな発根が少なかったことが影響していると考えられた。



2. 樹木生育に効果的な地ごしらえ方法の解明
既存整形斜面に重機を用いて土壌膨軟化箇所を設け、樹木の植栽を行った。活着率は土壌膨軟化処理区75%、無処理区57%であった。

3. 地剥ぎ表土の高度な活用方法の解明
土壌別の植栽試験では、廃土石植栽地でケヤマハンノキの活着率が低かった。
播種試験地における発芽率は、表土を敷設した区では高く、逆に廃土石堆積地では低く樹種によってはシラカンバのように0%であった（図-2）。
試験を行った13種のうち、カシワ、アキグミ、イヌエンジュのように種子が大きい樹種は、廃土石堆積地でも発芽が良好であった。

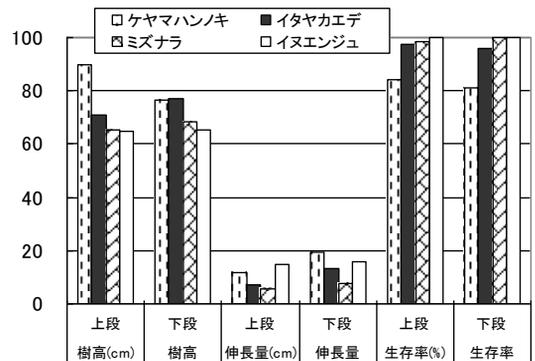


図-1 樹種別植栽試験の結果

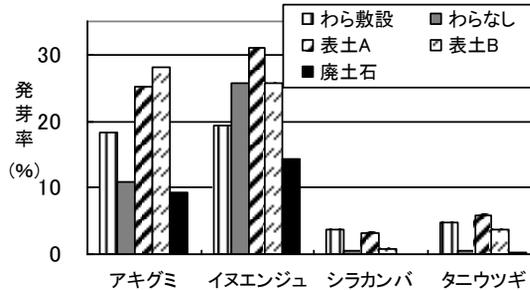


図-2 土壌別の種子発芽率



研究成果の公表（文献紹介や特許など）

芳香成分を有する樹木の機能性評価及び効率的な苗木生産技術の開発

担当科名：緑化樹センター生産技術科・森林環境部主研・保健機能科
 研究期間：平成21～25年度 区分：民間共研（株式会社レクシア）

研究目的

近年、緑化樹に対するニーズが多様化及び高度化しており、緑化樹産業の発展を図るためには、付加価値の高い優良な新品種を開発することは極めて重要である。そういったなか、植物が持つ付加価値のひとつとして、アロマテラピー等のリラクゼーションの効果が注目されており、さまざまな効果を有する新たな植物（ハーブ）の発見が望まれている。現在、アロマテラピー等に利用されているハーブの多くは草本植物であり、木本植物にも芳香等を有するものが多く存在しており、道内にも広く自生しているものもあるが、ほとんど利用されていない状況である。また、木本植物は永年性であり、単位面積当たりの収量も多い傾向にあり、かつ、新たな芳香成分を開発できる等、ハーブとして多くの可能性を秘めているものの、原料として商業的に活用するに当たっては、その自生地を荒らさず、効率的かつ持続的に増殖する手法を開発することが極めて重要である。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査項目や分析方法

1. 芳香成分の抽出：精油等の芳香成分の効率的な抽出方法を確立する。
2. 芳香成分の官能検査：SD法等により芳香成分の官能検査を行う。
3. 芳香成分によるストレス低減効果の検証：芳香成分によるストレス低減効果の有無を明らかにする。
4. 実生及び挿し木による増殖技術の確立：実生及び挿し木による増殖技術を確立する。
5. 組織培養を用いた効率的な増殖技術の確立：組織培養による効率的な増殖技術を開発する。

平成21年度の研究成果

1. 芳香成分の抽出：5種の機能性候補樹木（クロスグリ、チシマザクラ、チョウセンゴミシ、ヤチャナギ、ラベンダー）について、枝葉から水蒸気蒸留によりオイル及びフレグランスウォーターを抽出した結果、チョウセンゴミシ、ヤチャナギ及びラベンダーからはオイル、ウォーターともにも得られた。
2. 芳香成分の官能検査：上記の5種及びトドマツのフレグランスウォーターを用いて、6歳から15歳の児童生徒42人について、香りのアンケート調査を行い、テキストマイニングによる分析を行った結果、6種の樹木の香気を分類・評価する基準として、清涼感・香りの強さ（刺激）・新規性の3軸が見出され各樹種の香気の特徴付けることができた。
3. 芳香成分によるストレス低減効果の検証：児童生徒34人及び成人男女13人について、ヤチャナギによるストレス低減効果を検証した結果、成人男女においては、ほとんどの人で唾液中のアルファアミラーゼ量が減少する傾向が認められ、ヤチャナギにはリラクゼーション効果があることが示唆された。
4. 実生及び挿し木による増殖技術の確立：クロスグリ、チシマザクラ、ヤチャナギについて、種子を採取し、10月、床に播種した。
5. 組織培養を用いた効率的な増殖技術の確立：クロスグリ、チシマザクラ、ヤチャナギについて、組織培養による増殖試験を行った。

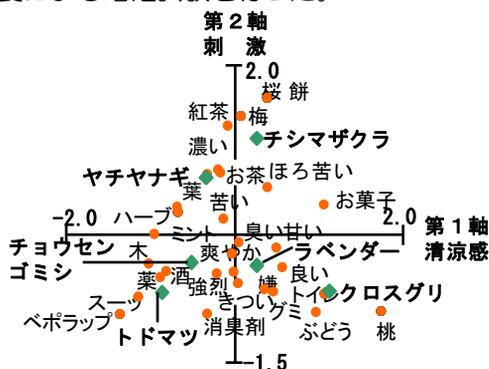


図-1 第1, 2軸上での6樹種の位置づけ

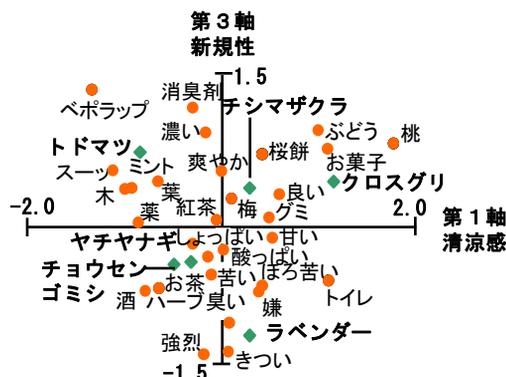


図-2 第1, 3軸上での6樹種の位置づけ

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

木本性植物の香りのブランド化に関する研究

担当科名：緑化樹センター生産技術科・森林環境部主研・東京農大

研究期間：平成21～21年度

区分：外部資金（地域イノベーション創出
総合支援事業 重点地域研究開発プ
ログラム「シーズ発掘試験」A（発
掘型））

研究目的

香りは、我々人間の生理現象に直接影響を与える重要な因子である。香りにより潜在的においしさを判断したり、香りを通して景色を記憶することもその一つと考えられる。北海道の湿原に広く分布するヤチヤナギには強い芳香があり、その香りは心地の良い北海道の森を連想させる。ヤチヤナギは、古来よりヨーロッパにおいてハーブのように扱われてきたが、現在は資源枯渇を理由にほとんど利用されていない。一方、わが国では北海道の湿原周辺に広く自生しており、貴重な地域資源として活用することができる。また、木本性の植物であることから、草本性のハーブ類に比較して単位あたりの収量が大きいことも優位性の一つである。さらに、ヤチヤナギには種々の機能性を有する可能性も示唆されており、北海道特有の貴重な香粧資源として有望と考えられる。本研究では、北海道の香りのブランド化を目指してヤチヤナギの芳香成分に着目し、その機能性を解明して、有用な製品の開発へつなげる。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査項目や分析方法

1. ヤチヤナギ芳香成分の地域間および季節間変動の解明

道内5ヶ所の自生地（釧路市（10月）、苫小牧市（7月及び9月）、稚内市（10月）、豊富町（10月）、猿払村（10月））及び組織培養由来株（10月）から採取した枝葉を用いて、水蒸気蒸留により、ヤチヤナギのオイル及びフローラルウォーターを抽出した。

また、7月及び9月に苫小牧市から採取したヤチヤナギ、10月に釧路市から採取したヤチヤナギ及び10月に採取した組織培養由来株において、抽出したオイルの芳香成分を比較した。

研究成果

1. ヤチヤナギ芳香成分の地域間および季節間変動の解明

水蒸気蒸留によるオイルの抽出について、地域及び季節による違いはほとんど見られず、収率は1%程度であったが、現在は、冷却方法の改良により、収率は3%程度にまで増加した。

また、7月及び9月に苫小牧市から採取したヤチヤナギから抽出したオイルについて、芳香成分を比較した結果、GC-MSにより、 β -Myrcene、D-Limonene、 α -Pinene、 α -Phellandreneが定性され、季節によって、 α -Pineneの量に大きな違いが見られた（7月採取：1.8%、9月採取：0.7%）。

現在、釧路市から採取した材料及び組織培養由来株から抽出したオイルについて、芳香成分を分析中である。成分については、今後も詳しく分析を続ける予定である。



写真-1 ヤチヤナギの自生地（苫小牧）



写真-2 ヤチヤナギの組織培養由来株

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

音響振動を用いた樹木水分および内部欠陥の 非破壊・非侵襲測定法の開発

担当科名：生産技術科
研究期間：平成19年度～21年度
区分：科学研究費補助金（基盤B）

研究目的

樹木体内の水分量や腐朽等の内部欠陥を把握することは樹木（果樹、緑化樹、林木）の生産・管理に、極めて重要である。しかし、樹木の内部欠陥の検出を現場において簡単に行うことは困難である。現在ある方法では、切り取った枝葉より水分の情報を得たり、センサーのついた釘あるいはドリルを幹に打ち込んだりして、内部欠陥の情報を得ており、非破壊的に水分や内部欠陥の情報を得るには至っていない。本研究では、音響振動を用いたまったく新しい原理の非破壊、非侵襲の音響測定器を開発し、緑化樹として、イヌエンジュ、カンパ類を用いて、現地における幹の水分量および腐朽等の内部欠陥の検出法の開発を行う。

研究方法（調査地概要や調査方法）

●12月に伐採後、温室内に2日置いたイヌエンジュの原木丸太18本（直径5.7-18 cm、長さ2.5m）および4月に伐採し、野外に4ヶ月放置したウダイカンパ2本（健全：直径31cm、腐朽：直径26cm 長さ2.5m）を用いた。

●それを根元から50 cmの位置でスポンジにより支持した。加振器で12方向からの加振、受振を行った。加振器には0.1～20 kHzの信号を10秒とえ、受振信号を高速フーリエ変換して、円周振動モードの共振周波数を測定した。

●さらにウダイカンパ立木8個体（直径15-35cm 樹高21-21m）の胸高位置で同様にして、共振周波数を測定した（図-1）。円周振動の f_3 / f_2 比を調べた。さらに第2共振の音速（V2）および第3共振の音速（V3）を算出した。

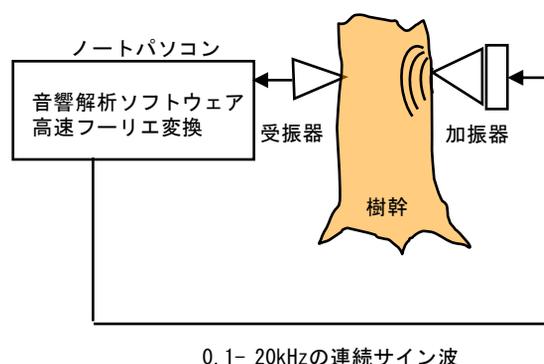


図-1 本装置による立木の共振周波数測定の様式図

研究成果

●イヌエンジュ原木丸太では f_3 / f_2 比において、健全木では全方向でほぼ1.5であるのに対し、空洞木と節あり木では全方向で1.5よりずれる傾向が認められた（図-2）。

●健全木では幹周が大きいほど音速V2およびV3が大きかった（それぞれ $r^2 = 0.977$ 、 0.947 ）が、空洞や節あり木では回帰直線より著しくはずれた。

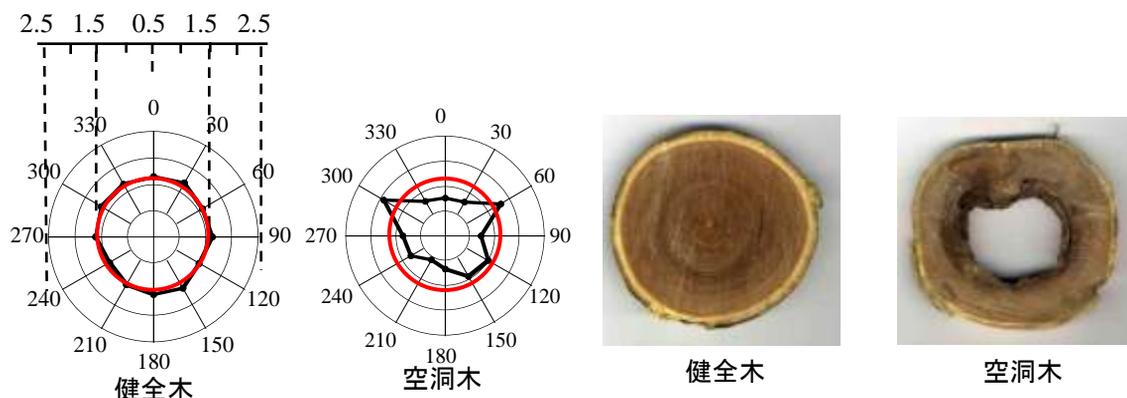


図-2 イヌエンジュ原木丸太の健全木と空洞木の f_3 / f_2 比とその断面

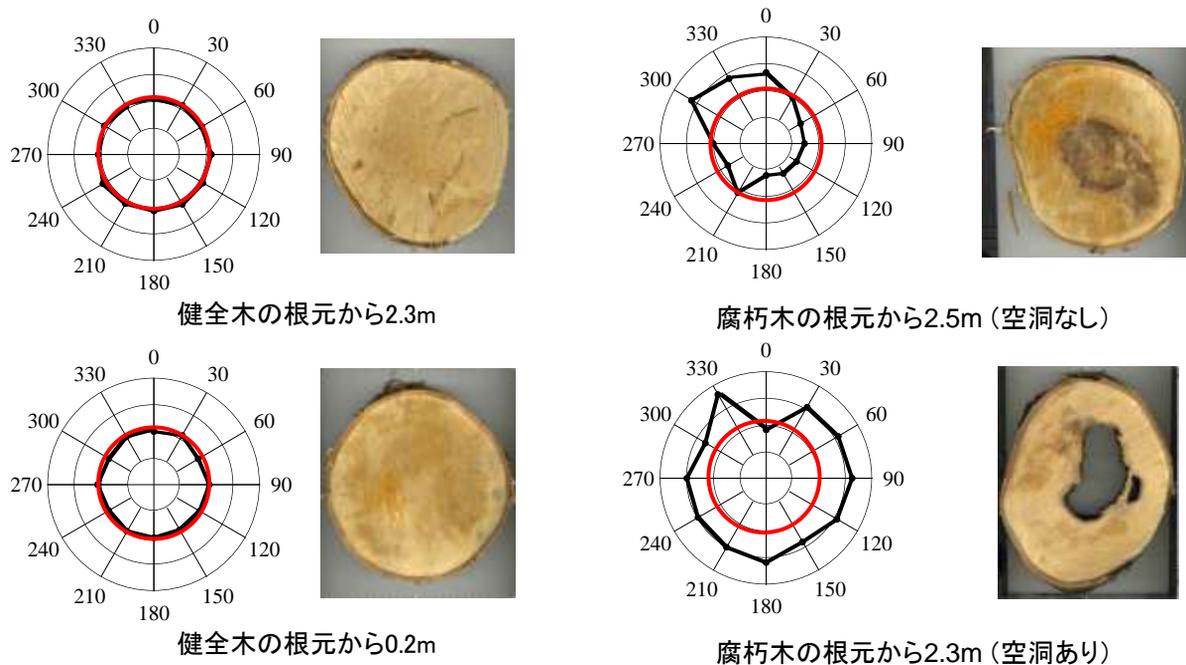
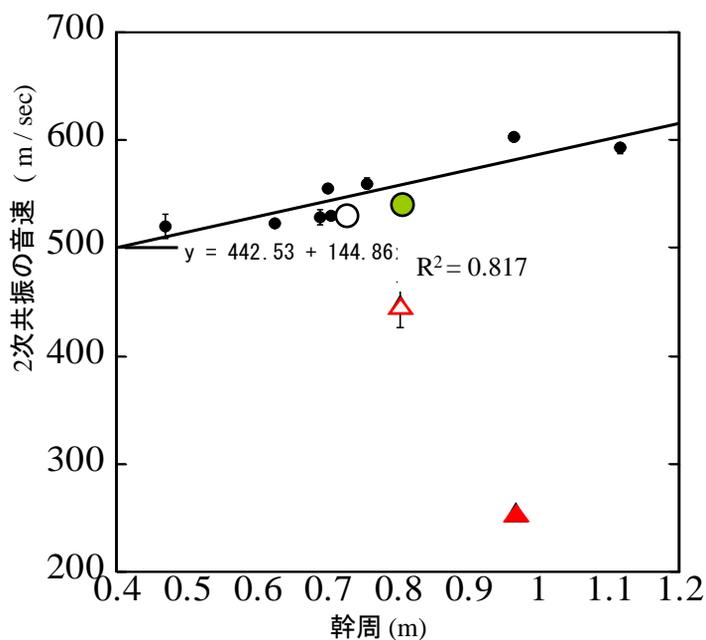


図-3 ウダイカンバ原木丸太の健全木と腐朽木の f_3/f_2 比とその断面



●現地で測定したウダイカンバ立木では、健全木（伐採後、断面確認）が幹周が大きいほど音速 V_2 が大きかった ($r^2=0.817$)。

●ウダイカンバ原木丸太では、健全木が立木で得た直線に近接したのに対し、腐朽木では空洞があってもなくても回帰直線より著しくはずれたが、空洞化のものがより大きくはずれた (図-4)。

健全 上	○	腐朽 上 空洞なし	△
健全 下	●	腐朽 下 空洞あり	▲

●ウダイカンバ原木丸太では空洞があってもなくても、腐朽木は全方向で1.5よりずれる傾向が認められた (図-4)。

図-4 現地でのウダイカンバ立木での幹周と音速 V_2 の関係

および原木丸太のデータのプロット

これらの結果から、1) 円周振動モードの3次共振/2次共振周波数比の測定が幹の内部欠陥の検出に有効であることが示唆された。2) さらに2次共振の音速で、幹の内部欠陥の状態の違い（腐朽、空洞化など）が区別できる可能性がある。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

○特許公開 2009 - 276063

（北海道・広島大学「振動を用いた樹木の特性測定装置並びに特性測定方法」）

ササを活用した緑化工法の開発

担当科名：管理技術科

研究期間：平成21年度～22年度

区分：民間共研

（株北海道グリーン工業）

研究目的

道内に自生するササ類は自然環境の保護や再生に寄与する緑化素材として注目されてきた。しかし、苗の生産技術や活用技術が確立していないため、実用に向けた進展は遅々としていた。このことから、林業試験場では、緑化事業に向けたササ苗の大量生産技術を開発した。本課題では、ササ苗の道路法面での成育経過を明らかにし、工法としての確立することが内容である。

研究方法（調査地概要や調査方法）

試験Ⅰ：植栽方位が異なるクマイザサ苗の成長経過の把握

方法：森林表土利用工を施した盛土法面にクマイザサ苗（以下、ササ苗）を南東と北西方位の法面に植栽して、植栽時（2006年7月）から1カ月おきに、残存率（地上部の有無）と成長量（稈長、分けつ数、植被面積）を調査した。

試験Ⅱ：植栽時期が異なるクマイザサ苗の成長経過の把握

方法：自然侵入促進工を施した盛土法面にササ苗を2007年7～11月と2008年6月に植栽して、2009年11月に試験Ⅰと同様の項目で調査した。

平成21年度の研究成果

試験Ⅰ

- ①植栽4年目のササ苗の残存率は100%であった。
- ②ササ苗の成長特性は、1生育期間内に夏期を成長量（稈長、分けつ数、植被面積）のピークとする凸型を呈した（図-1）。
- ③越冬後の成長量は前年度を大きく上回った。
- ④3苗/m²の植栽密度の場合、植栽後4年目に、植被率は90%程度になった（写真-1）。
- ⑤ササ苗の成長量には、法面の方位と植栽後の時間は影響したが、両者に相互作用はなかった。

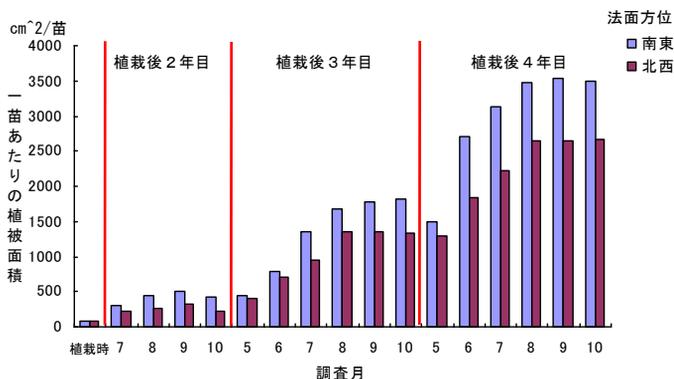


図-1 一苗あたりの植被面積の推移



写真-1 植栽後4年目の盛土法面のササ苗植栽地

試験Ⅱ

- ①植栽時期は、翌年以降のササ苗の成長量に影響していた。
- ②8月以前の早い時期に植えた苗ほど、翌年以降の成長量は大きくなった。
- ③9月以降に植栽したものは、翌年春に植栽したものと同程度の成育量を呈した。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

○特許：ササの増殖方法（特許第3893476号）

改質木材を利用した育苗培土の開発

担当科名：管理技術科

研究期間：平成20年度～22年度

区分：重点領域（林産試験場主管）

研究目的

低質なために利用が進んでいない木質系廃棄物（木粉）に改質処理（窒素添加処理）を施すことで植物栽培用培土（木質系培土）の開発をおこない、併せて木質系培土の実用的な生産技術の開発をおこなう。

研究方法（調査地概要や調査方法）

木質系培土の評価をおこなうためにエゾノキヌヤナギ（*Salix schwerinii* E.L.Wolf）を各種木質系培土に挿し木をおこない、苗木の根系の成長程度を比較した。挿し付けた培土は、市販の培土（対照区）を基本培土として、これに改良処理を施して窒素を0、0.6、1.0、1.5%（w/w）含有する改質木材（カラマツ木粉）をそれぞれ10、30、50%（v/v）を添加した改質培土を用いた。挿し付け後90日目に測定した根の成長量（長さ・面積・体積・乾物重）と形態の複雑さの程度（フラクタル次元）の値を用いた主成分分析から培土木質系培土の評価をおこなった。

平成21年度の研究成果

- 1 調査項目の値から主成分分析で求めた主成分得点は、根系の成長量と形態の視点で用土を評価する指標とすることができた（図-1）。
- 2 各種用土を比較すると、対照区が最も成績が良かった（図-1）。
- 3 異なる用土の間には、根系の成長量に統計的に有意な差異があった。
- 4 改質木材の窒素含有量と改質木材の添加量は、それぞれ根の成長に影響した。傾向としては、窒素含量は1～1.5%が良く、改質木材の含量と発達様式の関係は明瞭ではなかった。

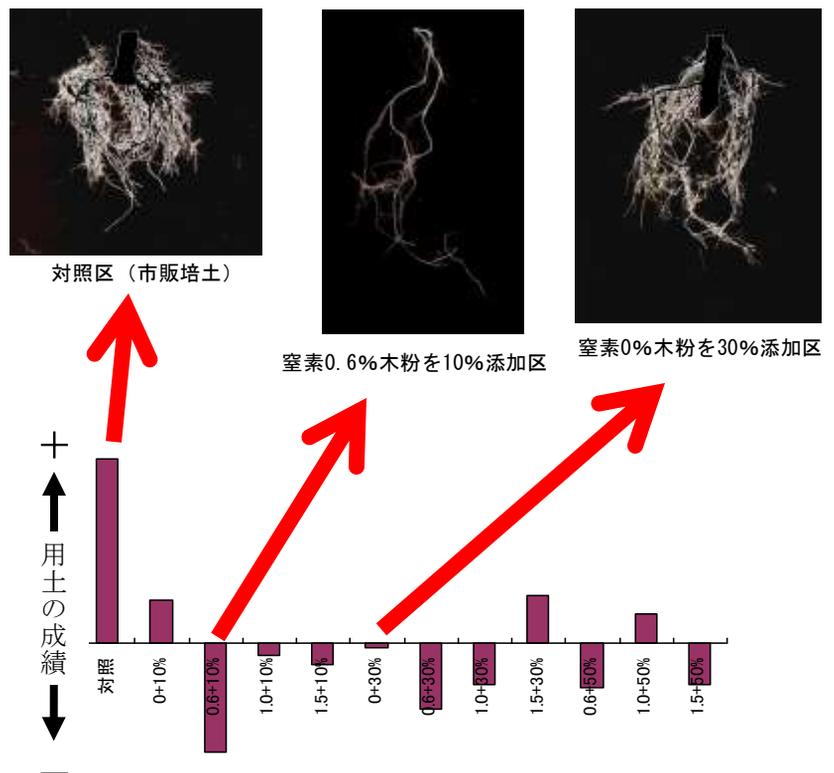


図-1 根系の発達程度による用土の相対的評価

注：項目ラベルは“改質木材の窒素含量+培土中の改質木材の添加量%”を示す

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

海岸流木のリサイクルに向けたシステム提案

担当科名：道南支場，防災林科，流域保全科，林産試験場

研究期間：平成19年度～21年度 区分：外部資金（環境省科学研究費）

研究目的

海岸における流木のゴミ問題の解決のためには、海岸流木の発生のパターンを明らかにし、リサイクルシステム構築する必要がある。そこで、本研究では①流木の発生メカニズムを解明し、流木発生量の推定方法を明らかにし、②塩分を含む流木の処理技術を開発し、③リサイクルフローを促進するための法的整理と政策提言を行なう。

林業試験場では①を、林産試験場では②、③を担当する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：

石崎川左股川（調査流域面積：71km²）

東広尾川（調査流域面積：28km²）

十勝川上流部（調査流域面積：450km²）

十勝川中流部（調査流域面積：869km²）

調査項目や分析方法について

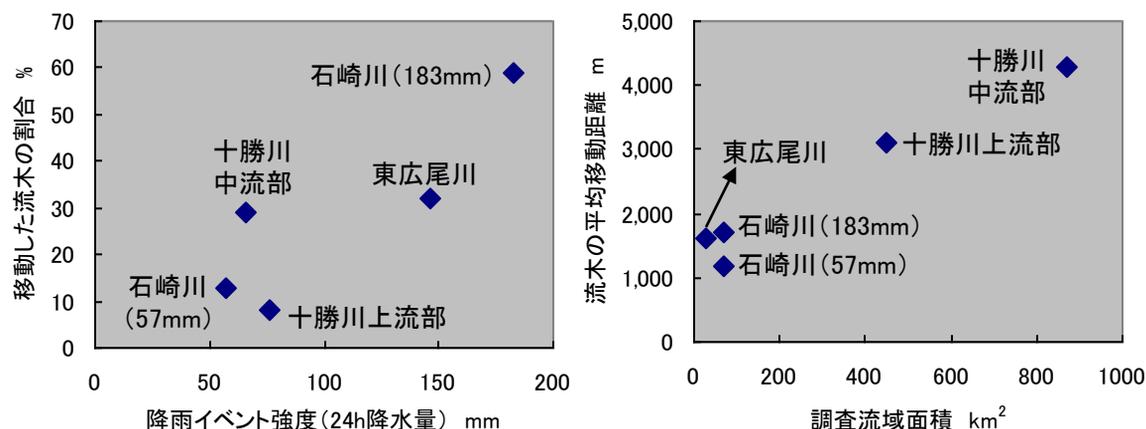
河道内に堆積する流木の性状を調査し、マーキング。



降雨イベント後に移動量を調査。

研究成果

1. 流木の発生メカニズムの解明



図一 調査河川ごとの降雨イベント強度と移動した流木の割合の関係(左)および調査流域面積と移動した流木の平均移動距離の関係(右)

移動した流木の割合は降水量の多さと、移動した流木の移動距離は流域面積、降水量の多さと関係があった

表一 流木の移動しやすさに及ぼす要因

	流木長	腐朽度	根	水面からの比高	水際からの距離
移動しやすい	短い	低い	なし	低い	近い
移動しにくい	長い	高い	あり	高い	遠い

移動しやすい流木には特徴がある

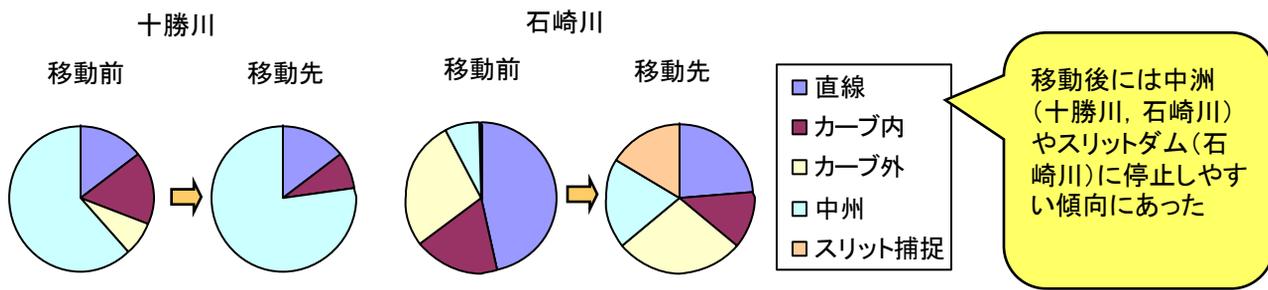


図-2 移動先が確認された流木についての移動前と移動先の堆積地形(十勝川, 石崎川)

2. 流木発生量の推定方法の解明

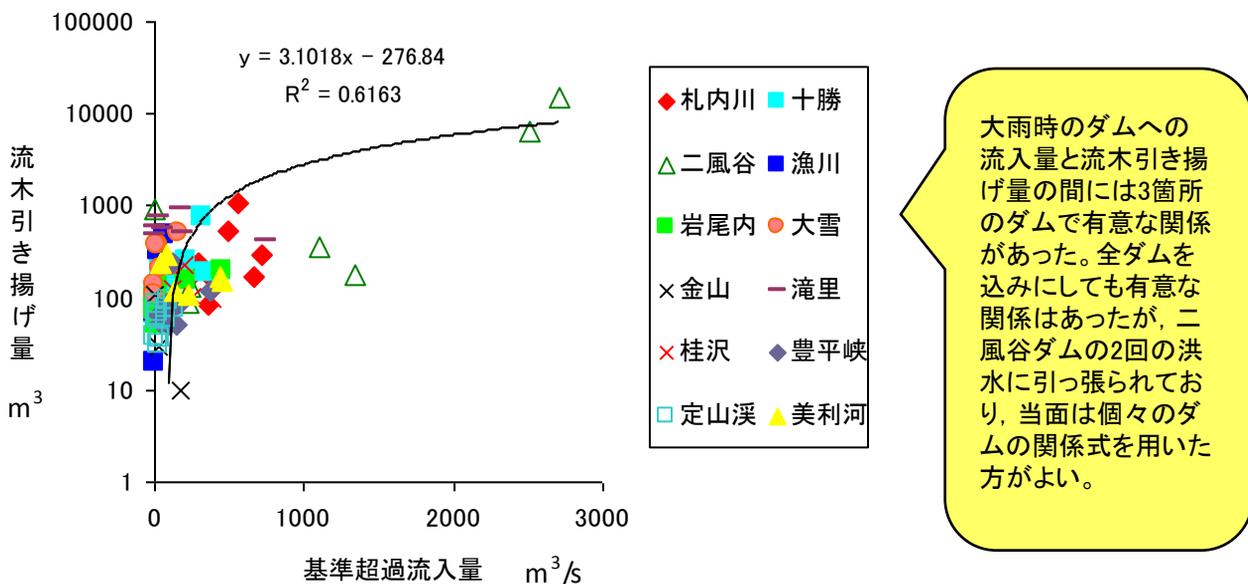


図-3 道内12箇所のダムの無雪期の基準(0.1m³/s/km²)を超過した流入量と流木引き揚げ量の関係

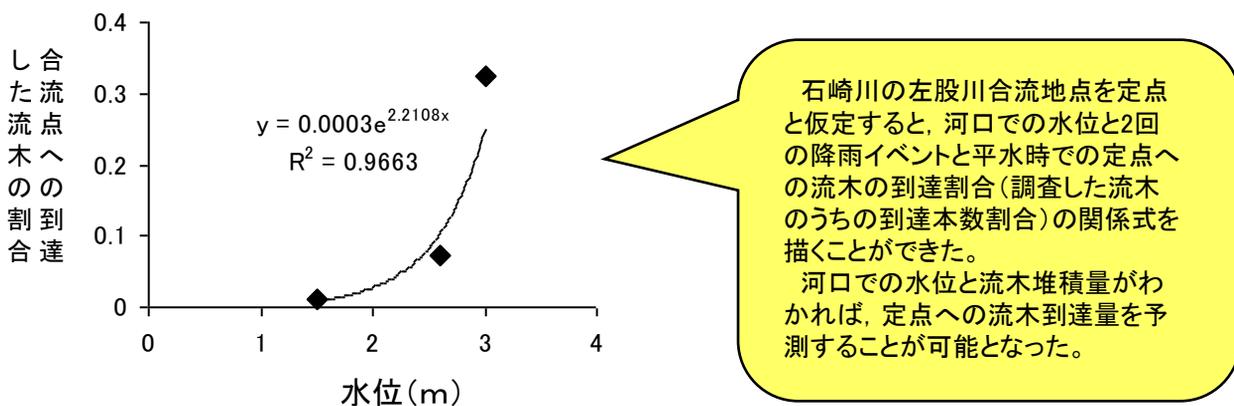


図-4 石崎川の河口での水位と左股川との合流点に達した流木の割合の関係

研究成果の公表 (文献紹介や特許など)

- 斎藤直人ほか (2008) 平成19年度廃棄物処理等科学研究報告書. 162pp
- 斎藤直人ほか (2009) 平成20年度廃棄物処理等科学研究報告書. 144pp
- 佐藤 創ほか (2009) 河道内の流木の大雨による移動実態. 平成21年度砂防学会研究発表会概要集: 72-73

針葉樹雑種種苗の分子識別と起源推定

担当科名：道北支場（森林総研・名古屋大）

研究期間：平成19年度～21年度

区分：外部資金（森林総研主管、
科学研究費補助金(基盤B)）

研究目的

- ・カラマツ属の進化を考えるための、雑種形成の方向性やそのメカニズムが不明。
- ・カラマツは冷温帯域の主要な造林樹種となっているが、その人工林に植林された種苗の起源がどこであるか不明のまま、造林用の苗が供給されている。本州においては、このことが遺伝子汚染の原因になりかねない。
- ・グイマツ雑種F1苗木の増産に係わる基礎・応用情報を充実する必要がある。

研究方法（調査地概要や調査方法）

材料

北海道のカラマツ精英樹268クローン、グイマツ精青樹98クローン、天然カラマツ全国14集団、採種園産グイマツ雑種種苗1000個体

調査項目と分析方法

- ・精英樹クローン、天然林由来個体、採種園産種苗のDNA解析
- ・採種園産苗木の表現型測定

平成21年度までの研究成果

1. カラマツ及びグイマツの種識別DNAマーカーの開発

グイマツとカラマツの精英樹40クローンおよび全国の天然集団由来のカラマツを用いて、グイマツとカラマツを識別するDNAマーカーを開発した。



図-1 葉緑体（左）とミトコンドリアのPCR-RFLPマーカー(森口ほか, 2008)

2. 雑種形成に関わる要因の解明と新雑種採種園の雑種率の改善効果

従来型の混植型採種園は、年（豊凶の違い）、花粉親のカラマツとの位置関係より雑種率が1.2%～81.4%までばらついたが、単一クローン母樹採種園では雑種率が73.3%～100%と高い値を示した。



図-2 単一クローン母樹採種園（左）と混植型採種園(右)

2年生分枝高 (cm)

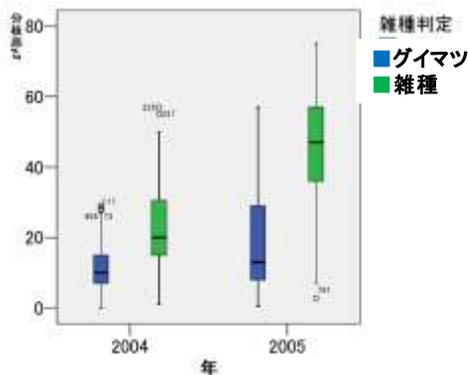


図-3 グイマツと雑種苗木の分枝高

3. 北海道カラマツ人工林及び全国のカラマツ精英樹の起源の探索

マイクロサテライトマーカーを用い、北海道のほぼすべての精英樹268クローン調べた結果、それらの遺伝的多様性は、本州の天然カラマツのそれと有意差がなかった。

一方、北海道選抜の精英樹の産地としては、長野県の甲武信ヶ岳(川上村)とする個体が多いと推定された。(San Jose-Maldia et al. in press)

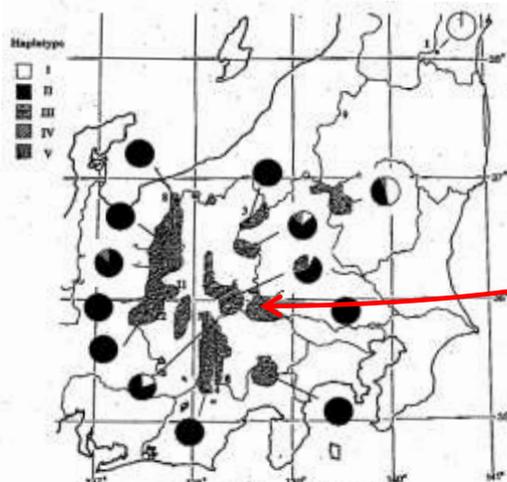


Figure 1. - Natural distribution (shaded areas; HAYASHI, 1960) and frequency of mtDNA haplotypes (indicated by pie charts) in the 14 natural populations of Japanese larch. Dots indicate the locations of the populations studied and numbers by the dots correspond to the population numbers in Table 1.

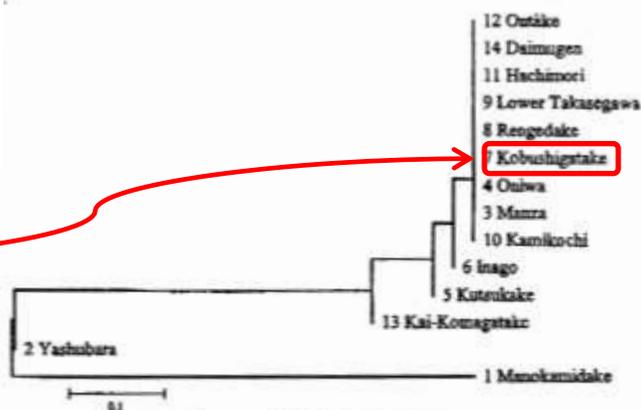


Figure 3. - Neighbor-joining tree derived using pairwise unbiased genetic identities for the 14 natural populations of Japanese larch. The length of the bars is equal to 0.1, estimated by 1 - unbiased genetic identity (0.9).

(San Jose-Maldia, L. et al 2009 より)

4. 雑種個体識別のための簡易手法の確立と北海道カラマツ林業振興のための提言

DNA解析によると従来の雑種識別法(1年目苗長, 2年目根元径・苗長・枝数)の誤判別確率は約21%であり、判別分析によると分枝高や頂芽形成日を判定基準に加えることで精度が5~10%向上することがわかった(表-1)。

一方、北海道における今後のカラマツ育種において、北海道で選抜された精英樹の遺伝的多様性は、本州の天然カラマツのそれと有意差がなかったことから、当面新たな遺伝資源導入の必要性は高くないと考えられる。

表-1 DNA鑑定によるグイマツ雑種F₁の4通りの判別法の評価

判別の正誤	判別分析	改良Ⅰ型1)	改良Ⅱ型2)	従来法3)
GL 正	51.3	49.1	47.8	47.4
GL 誤	4.4	4.4	5.7	11.8
GG 正	38.6	38.6	37.3	31.1
GG 誤	5.7	7.9	9.2	9.6
正解率	89.9	87.7	85.1	78.5
(改善割合)	(+11.4)	(+9.2)	(+6.6)	
DNAマーカーによる判定: GL57%、GG43%		2005年産 n=228		

(判別に用いた形質)

- 1) 2年生芽止まり→2年生根元径
- 2) 2年生一次枝数→2年生根元径
- 3) 1年生苗長→2年生苗長、根元径

研究成果の公表 (文献紹介や特許など)

OMoriguchi et al.(2008) Enhanced hybridization rates in a *Larix gmelinii* var. Japonica × *L. Kaempferi* interspecific seed orchard with a single maternal clone revealed by cytoplasmic DNA markers. *Tree Genetics & Genomes* (4): 637-645

○森口ほか(2008) DNAマーカーを用いたグイマツ×カラマツ雑種採種園の雑種率の解析 林木の育種 229 (10) :1-5
 ○Kita et al. (2007) Verification of the morphological distinction method of hybrid larch seedlings by DNA markers. Proc. of Larix 2007: International Symposium of the IUFRO Working Group S2.02.07:139-142)

○来田和人ほか(2009) グイマツ雑種F₁ 苗木の雑種率の年次変動と選苗精度 第120回日本森林学会大会学術講演集

○ San Jose-Maldia L et al.(2009) Mitochondrial DNA variation in natural populations of Japanese larch (*Larix kaempferi*). *Silvae Genet.* 58 : 234-241