

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G：森林資源部経営G、森林環境部環境G

共同研究機関：中央農業試験場（主管）、十勝農業試験場、根釧農業試験場、林産試験場、工業試験場、北海道大学、雪印種苗(株)、(株)イワクラ

研究期間：平成21年度～25年度 区分：戦略研究

研究目的

気象変動や生産構造の変化に対応した持続可能な北海道農林業の維持・発展を支えるために、農業・林業・工業分野の連携により、①気象変動が道内農作物に及ぼす影響を予測し、今後の営農活動や技術開発にその結果を波及させ、②炭素固定能の高い木材生産システムとして、品種の選抜や炭素固定を向上させた低コストな育林システムを開発する。さらにこれらを基盤として、③農林バイオマス資源の特性と環境・経済性を評価し、有効利用策を提示する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地や材料について

- ・カラマツ、グイマツ雑種F₁、トドマツ
- ・成長調査、材質調査、林地残材調査等
- ・次代検定林、間伐試験地、伐採計画資料等

調査等の目的について

- ・炭素固定能の高い品種の選抜と増殖技術の改善
- ・炭素固定向上を図る育林システムの確立
- ・林地残材の経済的集荷可能量評価

研究成果

1. 炭素固定能の高い品種の選抜と増殖技術の改善

グイマツ雑種F₁(グイマツ×カラマツ)次代検定林9箇所、カラマツ次代検定林7箇所の成長量データから選抜家系の炭素貯蔵量を予測したところカラマツ造林適地の多く(地位指数24-28)で選抜家系は未改良カラマツに対して6~19%の改良効果があった(図-1)。また気象条件や生産施設の制約からグイマツ雑種F₁のさし木生産を3月から開始できない地域、生産者向けに4月下旬から開始する方法を確立し、カラマツへ適用可能なことを明らかにした。

2. 炭素固定向上を図る育林システムの確立

炭素を早期に低コストで固定する早期固定育林システム開発のために、昨年度までに作成したカラマツ人工林成長モデルを用いて、施業方法の違いが炭素固定能と収益性に及ぼす影響を分析した。その結果、植栽密度1500本伐期30~40年は、従来型(植栽密度2500本伐期50~60年)よりも、炭素固定能(16%増)、利回り(40%増)ともに高いことが明らかになった。

3. 林地残材の経済的集荷可能量評価

炭素固定された立木を、木材として利用される以外の部分も有効活用するため、林地残材の効率的な集荷システムの検討と全道の集荷可能量の評価を行った。道路までの距離や平均傾斜など集荷作業条件を考慮しつつ、全道の市町村単位での林地残材集荷可能量の評価を行った。速報値ではあるが、全木集材を仮定したときは全道で36万トン-dry30%/年と試算された(図-2)。

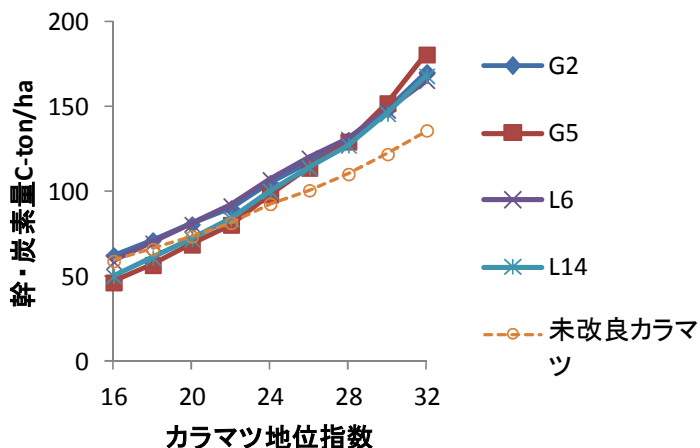


図-1 選抜家系の40年生における炭素固定量

Gはグイマツ雑種F₁、Lはカラマツ、カラマツ地位指数は立地環境の適性を40年生の樹高で表わした指標である。

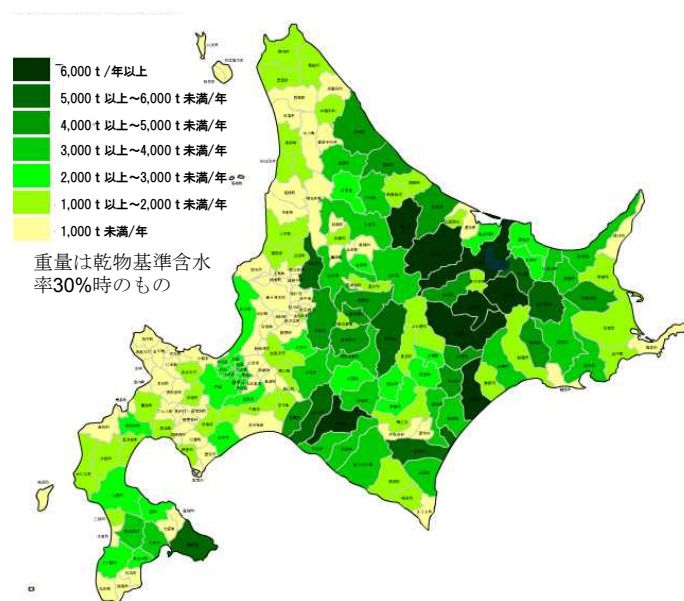


図-2 市町村別1年当たり林地残材集荷可能量

カラマツ類を用いた短伐期・低コスト林業システムの開発

担当G：森林資源部経営G、道東支場

共同研究機関：住友林業フォレストサービス(株)

研究期間：平成21年度～25年度

区分：共同研究

研究目的

高い育林コストだけでなく長い伐期は、森林所有者の造林意欲の減退や採算性を低下させる。また、現在のカラマツの主要用途においては必ずしも大径木は必要なく、伐期齢を短縮しても植栽本数を減らすことで現在の用途を満たす径級の木材を生産できる可能性がある。さらに、現在ではカラマツとグイマツの雑種F₁に低密度植栽に適した優良品種が登場している。本課題では短伐期・低コスト林業システムの開発を目的とし、短伐期・低コスト林業に適したカラマツ類の増殖方法及び造林方法を開発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

- ・カラマツ類人工林（東神楽町）
- ・グイマツ雑種F₁さし木苗（新居浜市、美咲市）

調査等の目的について

- ・短伐期・低コスト林業に適したカラマツ類の増殖方法の検討
- ・短伐期・低コスト林業に適したカラマツ類の造林方法の検討

研究成果

1. 短伐期・低コスト林業に適したカラマツ類の増殖方法の検討

北海道より気温が高い愛媛県の低標高地においても温度を感知する灌水機を利用することで苗長、根元径、根数が高標高地の結果と変わらずさし木可能なことが明らかとなった（図-1）。ポット間で水分移動のないプラスチックポットより水分移動のあるペーパーポットでさし付け2年目の生存率、苗長、根元径が良かった。

2. 短伐期・低コスト林業に適したカラマツ類の造林方法の検討

カラマツ類の品種間での初期成長の違いが明らかになり、優良品種を用いることで下刈り作業の削減効果が期待できた（図-2）。また、天然更新の成否には、豊凶のタイミングとともに、母樹からの距離も大きく関係する可能性が示唆された。

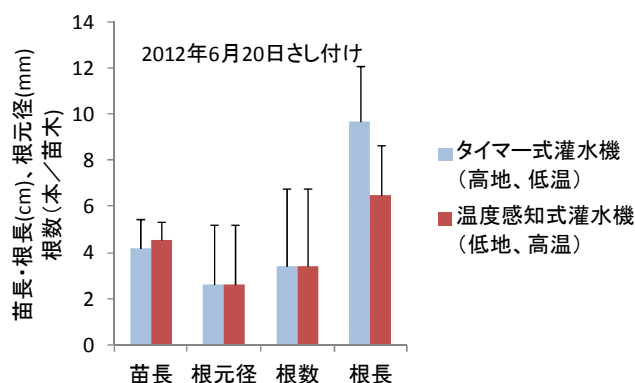


図-1 愛媛県新居浜市におけるさし付け苗木の1年目の成績。

高地（900m）は低地（30m）でさし付け、8月2日に高地に移動した。

いずれもペーパーポットにさし付けた。

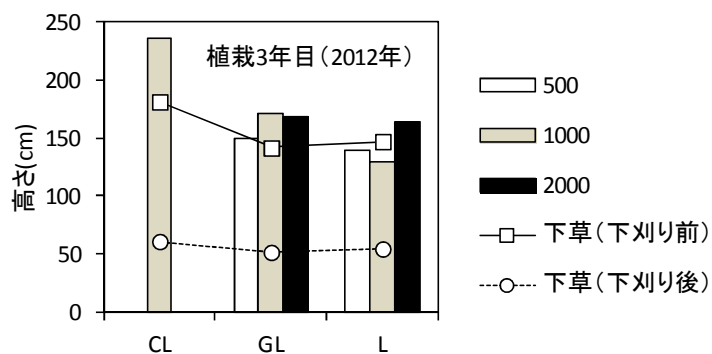


図-2 植栽密度試験地（500、1000、2000本/ha）におけるクリーンラッチ（CL）、グイマツ雑種F₁（GL）、カラマツ（L）の樹高と下草高

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

林地未利用材を用いた木質バイオマス発電に関する研究

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：林産試験場 協力機関：工業試験場

研究期間：平成24年度 区分：受託研究

研究目的

再生可能エネルギーのひとつとして注目されている林地未利用材を地域より集荷し、木質バイオマス発電所の燃料用チップに加工して燃焼試験を行う。それとともに、林地未利用材の燃料としての性能や集荷可能量・コストを明らかにし、林地未利用材を活用した木質バイオマス発電の可能性について検証する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地の概要：カラマツ29年生人工林（道有林オホーツク東部管理区：津別町内）

伐採方法：列状間伐

立木密度：840本/ha 平均胸高直径：19cm

立木材積：225m³/ha 材積間伐率：約30%

調査対象（供試機種）：ハーベスタ（ワラHTH460）、グラップルローダ（以下「グラップル」）、チップパー機（MOBARK社タブグライン ダ1000）等

調査の概要：列状間伐の生産性を把握するとともに、造材（伐採した木を短く切りそろえる工程）時に発生した林地未利用材の集荷量とコストを把握する

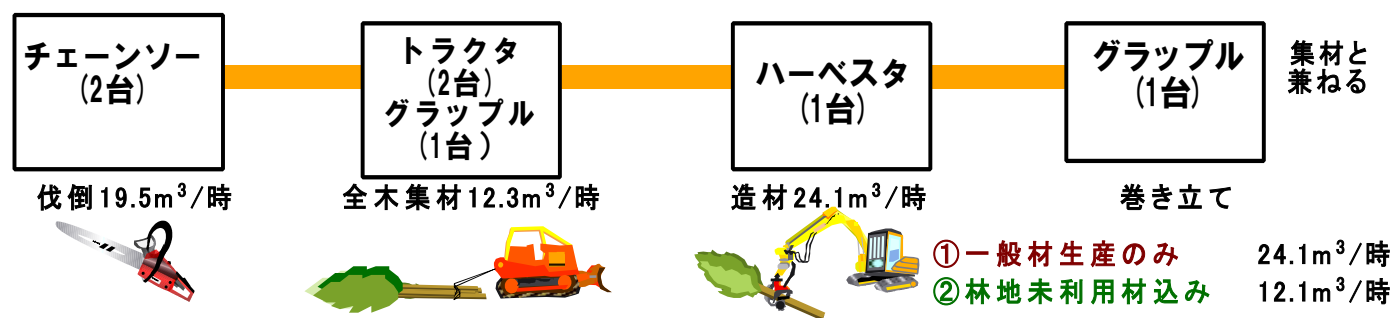
調査方法：ビデオカメラによる作業状況の記録と時間観測調査、実測労働生産性と年間稼働条件に基づくコスト試算

*年間稼働条件は受託元とメーカーより聞き取り

研究成果

1. 一般材生産と林地未利用材集荷の一体化施業

林地未利用材は、現状では集荷コストが高い。そのため、一般材を生産するときに発生した林地未利用材を、一般材生産と同じ機械を使って、ほぼ同時に収集する（一体化施業：図-1）のが効率的である。ここでは、伐採木の梢端部（末木）のみに収集対象を絞って一体化施業を行い、その労働生産性とコストを把握した。



一般材生産量：375.7m³
 林地未利用材（末木）集荷量：13.8m³ * 用材の3.7%
 一般材生産コスト：約4,700円/m³
 林地未利用材を含めた生産コスト：約5,500円/m³
 差額（掛かり増し）：800円/m³



ハーベスタによる造材



集荷対象（末木）

図-1 一般材生産と林地未利用材集荷の機械作業システム

林地未利用材の集荷に関わる労働生産性は、伐倒・全木集材・造材の各工程は一般材生産と完全に一体化しているため、最後のグラップルによる巻き立て工程のみ異なった。しかし、全体を通した掛かり増し時間はわずかであり、これら実測労働生産性による一般材の生産コストは約4,700円/m³、林地未利用材の集荷を含めたコストは約5,500円/m³で、掛かり増し経費は800円/m³であった（図-2）。

2. オホーツク地方の一般的な機械作業システムとの比較

今回調査したチェーンソーによる伐倒、トラクタによる集材、ハーベスタによる造材、グラブによる巻き立てという機械作業システムは、全道の現行システムの約7割を占める一般的なものである（H24北海道庁水産林務部林業木材課調べ）。また、コスト面を考えると、今回の結果は、掛かり増し経費を含めてもオホーツク地方の人工林の生産費としては一般的な値であった。従って、今回調査したシステムでは、現行システムに沿って無理なく林地未利用材を集荷できることがわかった。

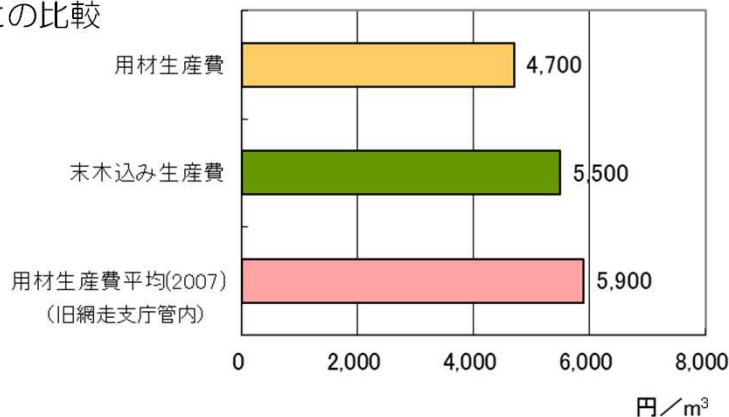


図-2 一般材生産費と林地未利用材(末木)込みの生産費の比較

3. 山から発電所チップヤードまでの総コストについて

通常の11t運材車に林地未利用材を積み込み（写真-1）、発電所チップヤードまで運搬した（運搬費1,480円/m³）。年間180日のチップパー機稼働を仮定したチップ化費は約2,000円/m³となった。それに前述の掛かり増し経費を加えると、山から発電所チップヤードまでの総コストは4,280円/m³になった。なお、チップパー機稼働を240日と仮定したときの総コストは、チップ化費がわずかに削減し4,080円/m³となった（図-3）。



写真-1 11t運材車への末木の積み込み

チップ化費の試算条件

●①②について
 供試機: MOBARKタブグラインダ1000
 算定基礎価格4,200万円
 減価償却期間7.5年
 燃料消費量46リットル/時(軽油単価130円/L)
 消耗品費4,000円/時
 その他保守修理費 基礎価格の12%
 労務費 オペレーター1名15,000円/日

●③について
 供試機: 日立建機ZR260
 算定基礎価格4,600万円 年間180日稼働
 (以下は①②と同様)

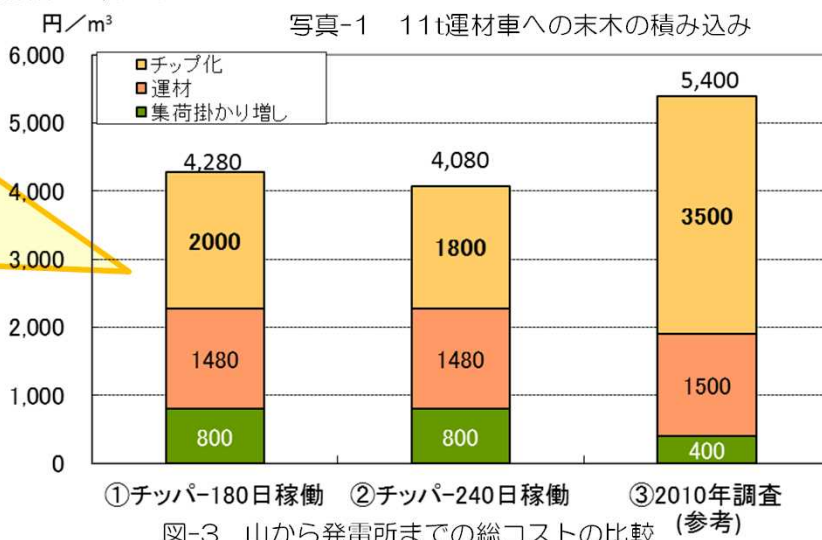


図-3 山から発電所までの総コストの比較 (参考)

4. チップの燃焼試験と津別町内の林地未利用材集荷可能性について

運搬したチップを林産試験場で形状分析・工業分析の上、発電施設で燃焼試験を実施した。合板工場から出る端材に対し、林地未利用材46%の割合で混ぜて発電したところ、支障なく運転が可能であることがわかった。なお、集荷対象を末木のみとした残材率（伐採重量に占める残材の集荷量）は3.7%とわずかであった。この残材率を用いて津別町内で集荷できる林地未利用材を推定すると約1,000トン/年であった。末木以外の林地未利用材（枝条や追い上げ材：図-4参照）を含めて推定しても約8,300トン/年であり、町内だけでは発電の需要量（約2万5千トン）を満たせないことが予測された。

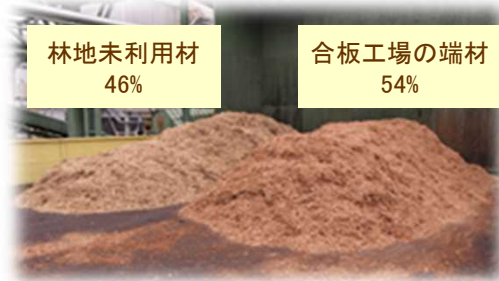


図-4 集荷可能性

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

年輪解析によるウダイカンバ衰退パターンの抽出と 衰退の発生に及ぼす食葉性昆虫の影響

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：北海道大学、岩手大学

研究期間：平成23年度～25年度

区分：公募型研究

研究目的

近年、道央地域を中心に、食葉性昆虫であるクスサン（ヤマモユ科の蛾）の幼虫の大発生が複数年にわたり続いている。本幼虫はウダイカンバの葉を選択的に加害する嗜好性を示し、激しい食害を受けた林分では樹冠部の枝が部分的に枯損したり、個体が死亡したりする被害（衰退）が顕在化している状況である。しかし、激しい食害を受けた林分でも衰退の程度は個体間で大きく異なり、比較的健全な個体から枯死寸前と判断されるものまで様々である。本課題では、激しく食害されたウダイカンバの応答を個葉レベル（光合成特性）、木部組織レベル（貯蔵資源量）から明らかにするとともに、衰退を回避・軽減するための手法を検討するため、個体ごとの食害履歴と個体の性質（サイズ、食害以前の成長履歴）が衰退の程度に与える影響を解明する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地について等

- ・道有林：空知管理区36-14林小班
観察用のウダイカンバ (46個体)
- ・芦別市のウダイカンバ

調査方法等

- ・個体レベルの食害状況、および衰退状況調査
- ・個葉の生理特性評価

研究成果

1. 個体レベルの食害状況、および衰退状況

- ・観察を行った46個体では、激しい食害が2006～2008年に認められ、著しく失葉した個体では食害から約1月後に二次展葉するものが多く確認された（図-1）。
- ・観察木の枯死は2009年以降に認められ、観察期間中に12個体が枯死した。
- ・解析の結果、2006～2008年の間に二次展葉した回数（NSS）が多く、胸高直径が小さい個体ほど枯死率が増加した（図-2）。

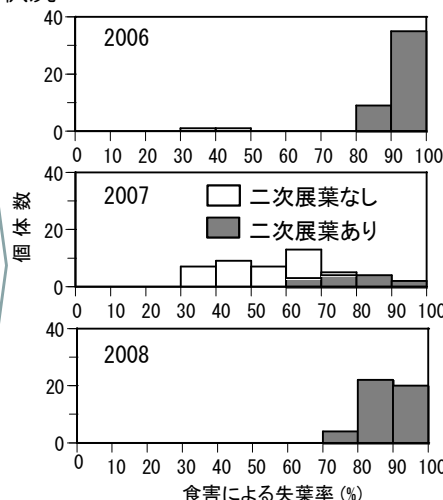


図-1 食害程度別の本数分布
食害の程度、二次展葉の有無は各年の7月下旬、8月中旬に調査

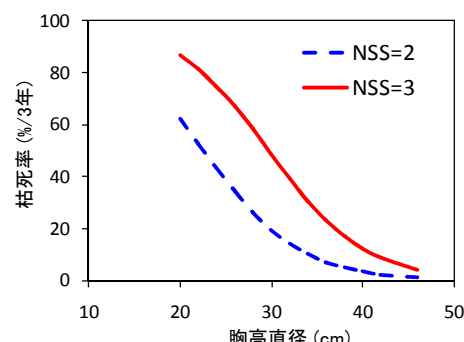


図-2 胸高直径と枯死率との関係
(解析結果からの予測値)
NSSは2006-2008年の間に二次展葉した回数を示す。

2. 個葉の生理特性評価

- ・食害後に形成された葉（二次葉）は、食べ残された葉（一次葉）に比べてサイズが小さく（図-3）、光合成能力の指標の一つである最大カルボキシル化速度 (V_{cmax}) も季節を通して低かった（図-4）。
- ・この結果は二次葉は一次葉に比べて光合成能力が低いことを示している。



図-3 食べ残された葉（一次葉）と食害後に形成された葉（二次葉）の様子

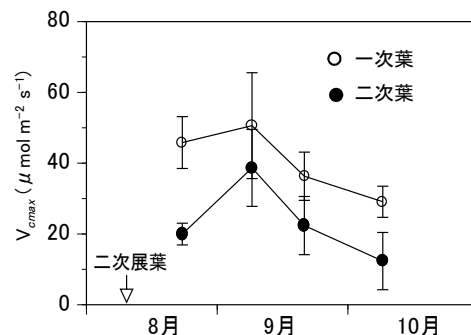


図-4 個葉の最大カルボキシル化速度 (V_{cmax}) の季節変化
縦棒は標準偏差を示す。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・大野泰之 (2013) Tree decline after serious insect defoliation in a northern secondary forest. 第60回日本生態学会大会

ポスト・クリーンラーチ時代に向けた グイマツ育種材料の拡充

担当G：森林資源部経営G、道北支場

協力機関：森林総合研北海道育種場

研究期間：平成22年度～24年度

区分：経常研究

研究目的

これまでにグイマツ第一世代精英樹から材質や炭素固定能が優れたグイマツ雑種F₁「クリーンラーチ」などを開発してきた。一方、カラマツ伐採跡地の増加や温室効果ガス削減対策から、収益性と炭素固定能により優れた品種の開発が望まれている。そこで雑種生産を目的とした樹種における第二世代精英樹の選抜方法を確立するとともに 第一世代精英樹よりも成長や幹の通直性、材密度が優れた第二世代精英樹を選抜する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地や材料について

グイマツ×グイマツ次代検定林 (三笠市)

1993年植栽

グイマツ×カラマツ次代検定林 (三笠市、美幌町)

1994年植栽

調査項目

樹高、胸高直径

矢高 (幹曲がり)

ヤング係数 (材の強度の指標。ピロディン陥入量から推定する)

研究成果

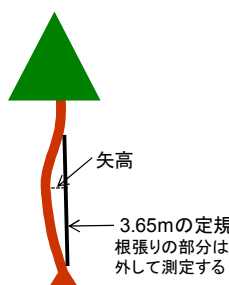


図-1 幹の通直性の測定方法



写真-1 ピロディン陥入量の測定方法

立木の幹に3.65mの定規をあて、定規と幹が最も離れている距離が矢高である。

幹の表面から一定の力 (バネ) で太さ1.9mmのピンを打ち込み、刺さったピンの長さを測定する。

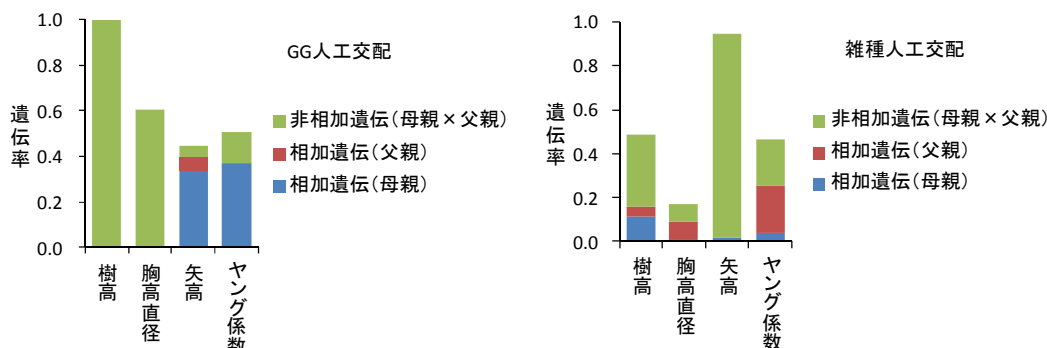


図-2 グイマツ×グイマツ (左) と雑種家系 (右) の遺伝率

相加遺伝とは片親から子供に、非相加遺伝とは両親の組合せで子供に伝わることを示す用語。非相加遺伝は両親の組み合わせにより子供への伝わり方が異なるので選抜効果を推定する時に使われるのは相加遺伝だけである。

第二世代精英樹の選抜対象となるグイマツ×グイマツ (GG) 交配家系では矢高、ヤング係数の相加遺伝が高かった。雑種の成長、特に胸高直径は花粉親のカラマツから遺伝していた (図-2右)。つまり雑種の改良には母親のグイマツでは材質を、花粉親のカラマツでは成長を改良するのが有効であることが分かった。

表-1 形質単独で選抜した時の改良効果（左）と矢高とヤング係数の2形質で選抜した時の効果と成長への影響（右）

項目	直接選抜				直接選抜				直接選抜の影響	
	樹高	胸高直径	矢高*	ヤング係数	矢高*	ヤング係数	樹高	胸高直径		
選抜前の平均	a	10.5	13.5	3.3	7.2	a	3.3	7.2	10.5	13.5
上位10%の平均		11.7	15.3	1.7	8.4		2.1	8.1	10.3	12.5
選抜後の期待値	b	10.6	13.5	1.6	7.8	b	2.2	7.5	10.5	13.4
改良効果%	(b-a)/a	0.4	0.2	-51.8	8.0	(b-a)/a	-32.5	4.2	0.0	-0.1

*値が少ないほど利用上、優れている。

矢高とヤング係数を対象に選抜したとき、高い改良効果*1が期待できた。一方で、それに伴う樹高、胸高直径へのマイナスの影響はなかった（表-1右の「直接選抜の影響」の改良効果がほぼゼロ）。

表-2 ギイマツ遺伝試験林（三笠市）における第二世代ギイマツ精英樹候補木の実測値と育種価*2

第二世代精英樹 系統名	種子親	花粉親	ヤング(GPa)		矢高(%)		樹高(m)		胸高直径(cm)		選抜形質
			実測値	育種価	実測値	育種価	実測値	育種価	実測値	育種価	
ギイマツ北海道2-11	豊岡180	豊岡111	7.73	7.23	1.20	1.21	11.10	10.53	11.80	13.40	矢高
ギイマツ北海道2-12	豊岡180	豊岡111	7.47	7.13	2.10	1.43	10.20	10.52	10.70	13.40	矢高
ギイマツ北海道2-13	豊岡180	樺岡168	8.27	7.56	2.50	2.08	12.60	10.53	15.20	13.43	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-14	豊岡180	樺岡168	8.94	7.82	2.50	2.08	12.30	10.53	15.00	13.43	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-15	豊岡180	鹿追3	7.62	7.26	1.00	1.91	12.00	10.53	17.00	13.42	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-16	V545	豊岡111	8.24	7.80	1.80	2.88	10.40	10.52	11.80	13.42	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-17	V545	豊岡111	8.34	7.76	1.30	2.76	10.80	10.52	11.60	13.42	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-18	V545	札幌1	9.05	7.98	5.00	4.56	10.30	10.54	13.90	13.46	ヤング
ギイマツ北海道2-19	V545	札幌1	7.58	7.41	1.20	3.63	11.10	10.55	14.80	13.46	胸高直径
ギイマツ北海道2-20	V545	樺岡502	7.34	7.44	2.50	3.40	12.20	10.56	15.00	13.45	樹高
ギイマツ北海道2-21	V545	鹿追3	9.36	8.13	4.00	4.17	9.60	10.54	10.60	13.43	ヤング
ギイマツ北海道2-22	留辺薬5	樺岡168	7.76	7.53	1.60	2.74	10.00	10.51	10.60	13.43	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-23	留辺薬24	札幌1	8.54	7.71	1.80	3.01	9.80	10.52	12.00	13.43	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-24	留辺薬24	樺岡168	8.08	7.61	2.00	2.53	11.40	10.53	13.50	13.43	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-25	留辺薬24	樺岡168	8.91	7.86	2.20	2.67	11.10	10.52	14.40	13.44	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-26	留辺薬24	樺岡502	7.77	7.38	1.90	2.40	12.00	10.55	14.30	13.43	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-27	留辺薬32	豊岡111	7.82	7.53	3.00	2.68	9.70	10.50	14.20	13.41	ヤング+矢高
ギイマツ北海道2-28	留辺薬32	豊岡111	8.75	7.89	3.50	2.80	8.70	10.49	11.00	13.40	ヤング+矢高
候補木の平均			8.20	7.61	2.28	2.72	10.85	10.53	13.19	13.43	
試験地の平均値と標準偏差（下段）			7.21		3.28		10.51		13.43		
			(0.76)		(1.85)		(1.20)		(2.24)		

ギイマツの第一世代精英樹の子供群から材の強度と幹曲りに優れ成長に欠点がない16個体を選抜した。また成長が特に優れた2個体も選抜した。その際、近親交配のリスクを回避するため選抜個体の親のクローンの数ができるだけ多くなるようにした。現在、選抜した18個体をつぎ木により増殖している。

選抜の改良効果*1はヤング係数が5.5%、幹曲りが17.2%であった。父親のカラマツからは樹高、胸高直径、ヤング係数が遺伝することから（図-1右）、成長の良好なカラマツを選抜することでGLの成長を改良することができ、ヤング係数の優れたカラマツを選抜することでさらなる改良が期待される。

*注

改良効果*1：選抜後の期待値（＝育種価）と試験地平均値の差を試験地平均値で割った値。

育種価*2：実測値には環境による効果と遺伝による効果が含まれており、育種価は遺伝効果だけを取り出し次世代にどれだけ伝わるかを計算した値。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・来田和人・田村明・今博計・内山和子・秋本正信・生方正俊・黒丸亮（2011）ギイマツ第2世代精英樹選抜に向けた次代家系の評価 第60回北方森林学会大会
- ・来田和人（2013）ギイマツ第2世代精英樹お選抜 光珠内季報 167: 4-8

カラマツ類の効率的な着花促進法の検討

担当G：森林資源部経営G、道北支場

研究期間：平成22年度～26年度

区分：経常研究

研究目的

「クリーンラーチ」をはじめとしたグイマツ雑種F₁は成長が早く幹の通直性にも優れているため、植栽希望者が急増しているが、F₁の種子は慢性的な不足状態に陥っており、需要量を満たす十分な量の苗木を供給できない状態にある。また、カラマツ育種種子も不足している。その大きな要因としてグイマツとカラマツの豊凶とその不一致があり、種子が十分に採取できないことがある。そこで、本課題ではカラマツ類の種子を継続して事業的に生産するための、スコアリングを用いた効率的な結実促進処理方法を検討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：訓子府採種園、中川採種園
 調査木：グイマツ大型母樹
 グイマツ小型母樹
 カラマツ大型母樹

調査項目や分析方法について

枝もしくは幹にスコアリング*処理を行い、翌年着花数を調査する。

*スコアリング：ナイフ等でらせん状に形成層まで傷をつけること

平成24年度の研究成果

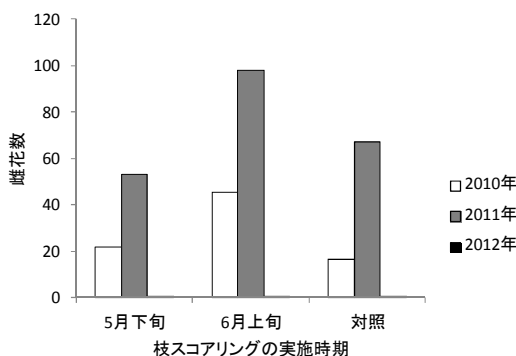


図-1 訓子府採種園におけるグイマツ大型母樹の処理時期別雌花数

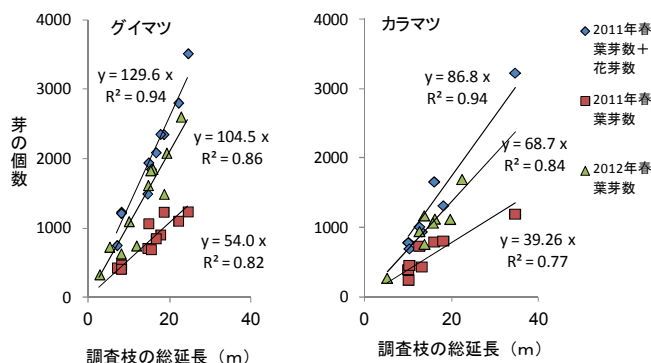


図-2 中川採種園大型母樹別における立木毎の調査枝の総延長と2011年、2012年の芽数の関係

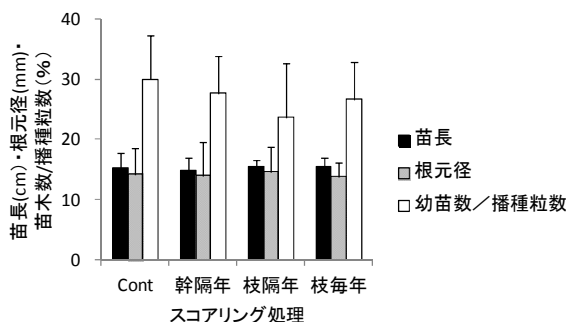


図-3 豊作年に訓子府グイマツ小型母樹から採取した種子の苗木における成績

スコアリングの結実促進効果は豊作年と並作年で認められたが、豊作翌年の凶作年（2012年）では結実促進効果はなかった（図-1）。その理由として豊作年に花を付けた芽は結実後、枯死し、新たな枝が伸び芽が更新するのに2年以上かかるためと考えられた（図-2）。

球果や種子の品質にスコアリング処理の影響はなかった（図-3）。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

・黒丸亮・内山和子・今博計・来田和人（2011）カラマツ類の結実と日射量の関係 第60回北方森林学会大会ポスター発表

森林及び林業分野における温暖化緩和技術の開発

担当G：森林資源部経営G、道東支場、道北支場

共同研究機関：森林総合研究所

研究期間：平成22年度～26年度

区分：公募型研究

研究目的

森林総合研究所が2009年に開発した森林炭素循環モデルに基づき森林炭素・窒素循環モデルや森林資源の広域評価手法など、モデルの精緻化と適用の拡大を行い、森林・林業・木材生産による炭素量変化の将来予測とその地理的分布を表す新たな統合モデルを開発し、温暖化緩和をもたらす森林・林業・木材利用の最適な施策を提案する手法を開発する。北海道では炭素固定能の高いグイマツ雑種F₁品種「クリーンラーチ」の林分成長、生理生態特性の環境適応性を明らかにするとともにさし木による大量苗木生産技術を確立し、二酸化炭素削減機能向上の効果を予測する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地、材料等

グイマツ雑種F₁ (クリーンラーチ) 試験地9か所
クリーンラーチ、カラマツ、グイマツポット苗木
クリーンラーチつぎ木苗木

調査方法等

成長量調査および収穫予測モデルの作成
季節別に光合成を測定
つぎ木苗木のポット化による結実促進と種子生産

研究成果

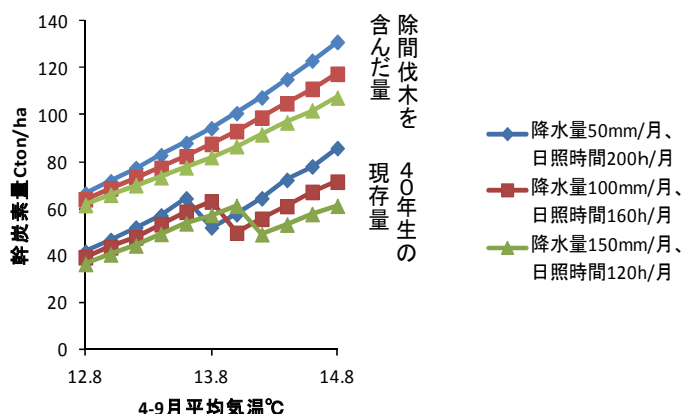


図-1 クリーンラーチの単位面積当たりの炭素貯蔵量のモデル予測値と気象要因の関係

カラマツ地位指数24に相当する立地において植栽本数2000本、収量比数(混み具合を示す指標)0.8で間伐を行う条件で計算した。

成育期間の温度と日照時間が増えると単位面積当たりの炭素貯蔵量が増加していた。

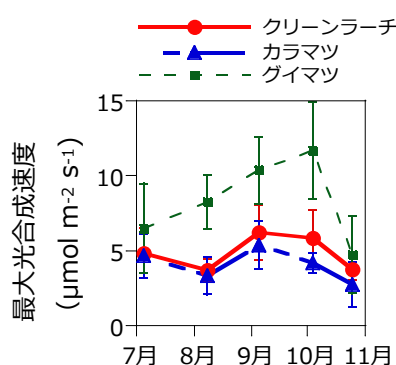


図-2 クリーンラーチ、カラマツ、グイマツにおける葉面積あたりの最大光合成速度の季節変化(平均値±SD)

クリーンラーチはカラマツよりも葉の成熟した9月以降に光合成能力が高かった。



写真-1 温室内でのカラマツ花粉の採取の様子(奥)とクリーンラーチ母樹(グイマツ精英樹「中標津5号」)のポットつぎ木苗

ポットに植栽することによりつぎ木後4年に開花が促進され、すなわちクリーンラーチ等の開発品種の種子を早期に生産が可能であることが分かった。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・原山尚徳・大野泰之・上村章・北岡哲・宇都木玄・来田和人(2013)カラマツ類ポット苗における光合成特性の季節変化 北方森林研究 61:57-58
- ・来田和人・内山和子・今 博計・黒丸 亮・田村 明・織田春紀(2013)カラマツ類のつぎ木ポット苗による着花促進効果と種子生産 第124回日本森林学会大会

酸性雨モニタリング（土壌・植生）調査

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：環境科学研究センター

協力機関：北海道環境生活部

委託元：環境省

研究期間：平成22年度～24年度 区分：道受託研究

研究目的

本調査は、環境省の「越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画」に基づき、日本の代表的な森林における土壌及び森林のベースラインデータの確立及び酸性雨による生態系への影響を早期に把握するため、森林モニタリング（樹木衰退度調査・森林総合調査）および土壌モニタリングを実施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

酸性雨モニタリング（土壌・植生）調査地は知床国立公園および支笏洞爺国立公園内に設定された特定調査プロット（各地点とも林分数1、土壌プロット数2、植生プロット数1）。

調査項目や分析方法について

酸性雨モニタリング調査（土壌・植生）
（1.樹木衰退度調査、2.森林総合調査、3.土壌モニタリング）

研究成果

知床国立公園および支笏洞爺国立公園に設定された特定調査プロット（表-1）においてH24年度は樹木衰退度調査を実施した。結果は北海道環境生活部を通じて環境省に報告された。

樹木衰退度調査

知床国立公園および支笏洞爺国立公園のプロット内にある、それぞれ約20本の観察木について、直径・樹高を測定し、衰退度を記録した。



図-1 知床国立公園内の特定調査プロットの林相



図-2 支笏洞爺国立公園内の特定調査プロットの林相

表-1 調査地点の概要

	知床	支笏洞爺
市区町村	斜里町	札幌市南区
標高(m)	約350	約830
土壌種	褐色森林土	暗色系褐色森林土
林相	天然林	天然林
優占樹種	トドマツ	ダケカンバ
優占木の衰弱本数(2012)	6本	4本
樹木本数(本/ha)*	333	230

*知床は2010年、支笏洞爺は2008年に調査

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- ・環境省（2012）越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング（平成20～22年度）中間報告 114pp 環境省, 東京
(<http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/rep2/full.pdf>)
- ・環境省（2013）平成22年度酸性雨調査結果について（モニタリングデータ） 環境省, 東京
(<http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/h22/index.html>)

ITにより低コストに人工林材から内装材を製造する 生産・加工システムの開発

担当G：森林資源部経営G

共同研究機関：林産試験場（主管）、工業試験場、森林総合研究所北海道支所、DIC(株)、
北海道水産林務部森林環境局森林活用課美唄普及指導員室

研究期間：平成23年度～25年度 区分：公募型研究

研究目的

ITの活用により、人工林材の意匠性を高めるとともに、低コストで効率的な林業・木材産業一体の生産・加工システムを開発して内装材へ活用することで、資源の充実、自給率向上、建築物の木造化推進を図ることを目的とする。林業試験場は中課題「内装材の生産技術の開発」中の小課題「人工林材の内装材利用に向けた施業技術の開発」を担当し、カラマツおよびシラカンバ人工林材について森林施業や森林害虫が内装材としての要求品質に及ぼす影響を評価し、内装材生産に向けた施業技術を開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地や材料について

カラマツの節発生や枝の枯損、食葉性害虫による影響については新得町、置戸町等、シラカンバ人工林材のピスフレック発生については土別市、名寄市等で野外調査・試料採取を行った。

調査項目や分析方法について

①カラマツ（樹高、胸高直径、枝打ち強度、後生枝発生本数）、②食葉性害虫（カラマツハラアカハバチによる失葉率と林齢、樹高）、③シラカンバ（ピスフレック数と採取部位）について分析した。

研究成果

1. カラマツの植栽密度が枝の形態および節の発生に与える影響

カラマツの11年生低密度植栽林分（612本/ha；平均樹高9m）に地上高4mまでの強度枝打ちを行った場合、2mまでの通常枝打ちを行った場合に比較して、発生した後生枝本数は、約5倍になった。しかし、枝打ちから6生育期間を経過した後は、殆どの後生枝が枯死し、無処理と変わらない状態になった（図-1）。通常よりも強度の枝打ちを行っても、後生枝の発生による節の形成には繋がらないと考えられる。

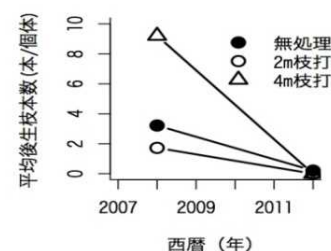


図-1 枝打ち強度と発生した後生枝本数との関係

2. カラマツハラアカハバチによる枝枯損への影響

ハバチ被害による失葉率は、樹高が低い小班ほど低い傾向にあった。死節発生に注意が必要な若齢林では樹高15m以下で失葉率が低く、枝枯損への影響も小さいと考えられた。

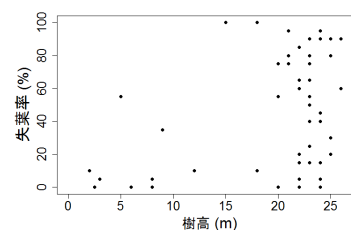


図-2 ハバチによる失葉率と樹高との関係

3. シラカンバ人工林におけるピスフレックの発生実態

今回の土別での結果を美唄での結果（H23年度調査）と比較すると、0.3～1mのどの高さでも、ガのピスフレック密度（PF密度）は美唄の方が、ハエのピスフレック密度は土別の方が高かったが、ピスフレック全体の密度は両地点で似た傾向を示した（図-3）。

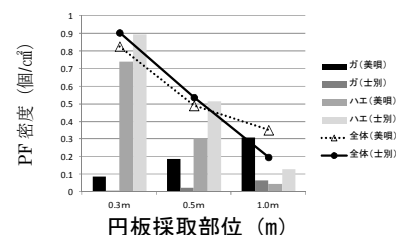


図-3 円板採取部位の地上高別にみたピスフレック密度（PF密度）の地点間差異（土別、美唄）

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・石濱宣夫・八坂通泰・大野泰之・滝谷美香・小野寺賢介（2012）シラカンバ人工林におけるピスフレックの発生実態—美唄市の44年生林分での事例— 第61回北方森林学会

トドマツ人工林資源の持続的・安定的利用を目指した 新たな施業指針の確立

担当グループ：森林資源部経営G・保護G、道東支場

協力機関：千葉大学、北海道水産林務部森林環境局道有林課

研究期間：平成23年度～25年度 区分：重点研究

研究目的

道内人工林資源には齢構成に偏りがあるため、伐期齢の長期化や育林コストの削減など、持続的に木材が供給できる資源管理の方策が検討されている。しかし、現在のトドマツ人工林の施業指針は、高齢林分のデータが十分ではない時期に作成されており長伐期施業に十分対応していない。また、最近では間伐コスト削減のために植栽本数が減少する傾向にあるが、低密度植栽には対処できていない。さらに、トドマツ人工林において長伐期施業を実施した場合、根株腐朽などを原因とした材質低下をもたらす懸念もある。そこで本研究では、長伐期化など多様な施業方法や根株腐朽被害を考慮した、資源の高度利用を可能にするトドマツ人工林施業指針を提示する。

研究方法

①多様な施業に対応可能な収穫予測手法の開発
データ：全道トドマツ人工林データ（1860林分）
解析方法：任意の地点の地位指数を予測するため、気象条件、地形、土壌条件などから、モデル式を構築

②根株腐朽被害の影響調査
調査地：道有林十勝管内56年生：新得町
調査方法：供試木50本の腐朽被害程度および生育状況の観察：生立木に対する腐朽菌の接種試験

研究成果

① 多様な施業に対応可能な収穫予測手法の開発

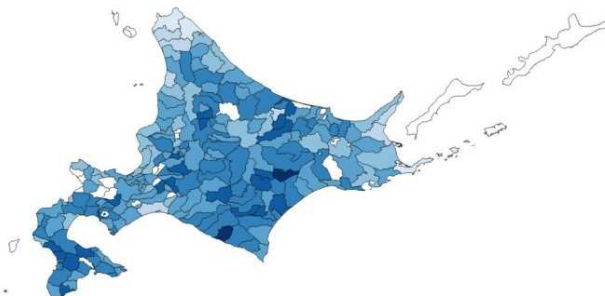


図-1 トドマツ人工林地位指数予測マップ（暫定版）
市町村界は、より地域的な環境要因を反映させるため、2004年以前の区分を使用した。

a) トドマツ人工林地位指数*予測モデルの開発
全道1860点の林分の上層高と林齢との関係から、地位指数曲線のガイドカーブを決定した。ガイドカーブから各調査地点の地位指数を推定した。更に気象、地形、および土壌条件から地位指数を推定するモデルを検討し、地位指数予測マップ（暫定版）を作成した（図-1）。
b) 収穫予測システムの修正
収穫予測システムに、下層間伐を想定した計算を可能にするための検討を行った。

*地位とは、林地の材積生産力を示す指数のこと。地位を判定するために基準年の平均上層樹高から計算された値を地位指数という。

② 根株腐朽被害の影響調査

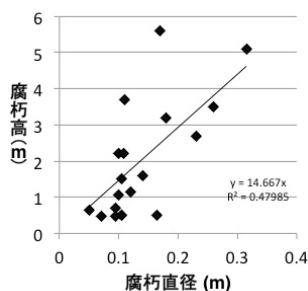


図-2 トドマツ腐朽個体の伐採高における腐朽直径と腐朽高との関係

a) トドマツ人工林の腐朽被害程度の把握
トドマツ人工林（十勝管内：56年生）で、50本を伐倒し、根株腐朽被害の程度について検討した。伐根木口面の腐朽直径が大きいほど、高い位置まで腐朽が進んでいる傾向が認められた（図-2）。

b) 接種試験による腐朽程度の把握
根株心腐病菌のトドマツ生立木に対する腐朽力および病原性を把握するために、トドマツ22本（新得町）を対象に接種試験を行った。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- ・徳田佐和子（2012）針葉樹の根株腐朽菌マツノネクチタケについて その1—マツノネクチタケとその近縁種— 光珠内季報 165:13-16
- ・徳田佐和子（2012）北海道における針葉樹の腐朽被害の現状と課題 平成24年度第1回樹木医実践技術講座Cテキスト:1-5
- ・徳田佐和子・小野寺賢介（2012）森林保護：根株腐朽心腐病菌マツノネクチタケとトドマツ 北方林業 765:374-378

道南スギ人工林収穫予測ソフトの開発

担当グループ：森林資源部経営G、道南支場

協力機関：北海道渡島総合振興局東部・西部森林室、檜山振興局森林室、
水産林務部森林環境局森林活用課

研究期間：平成24年度～25年度 区分：経常研究

研究目的

道南スギは渡島半島において明治中期から造成され、現在VIII齢級からXII齢級が中心となり、資源の成熟期を迎えている。スギは主に構造材や外装材など建築材として利用され、また道外にも移出されている。更なる利用拡大や、施業の効率化が期待されている。人工林施業の効率化を進めるためには、各地域・樹種に適した収穫予測を行う必要がある。しかし、道南地域におけるスギの樹高や直径など成長に関する基礎データが不足しており、道南スギの施業は本州で作成された資料を参考に行っているのが現状である。道南スギに適した収穫予測を行うため、道南スギの生長特性を明らかにし、施業の効率化や低コスト化を支援する収穫予測ソフトの開発を行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

1.地位指数マップの作成

データ：道南スギ林分データ(431林分)

方法：林分の林齢-上層高関係より、地位指数曲線ガイドカーブを推定；他地域と比較

2.収穫予測ソフトの作成

データ：道南スギデータ(431林分)

方法：林分密度管理図作成に必要なパラメータを、林分データより推定

研究成果

1. 地位指数マップの作成

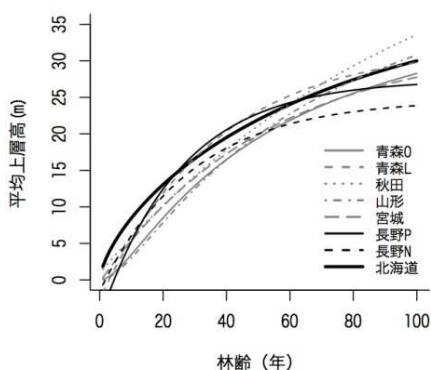


図-1 道南スギと東北・中部日本スギ林分の樹高曲線の比較

a)道南スギの地位指数*1曲線ガイドカーブの推定(図-1)

林分の上層高と林齢から、地位指数を計算するためのガイドカーブを推定した(図-1)。林齢40年を基準とし、林分データ調査地点の地位指数を推定した。道南スギの平均地位指数は19であった。

b)他地域との比較

北海道外の地域で開発された地位指数曲線ガイドカーブと、道南スギとを図示した(図-1)。各自治体で使用したガイドカーブの形が異なるため、単純比較はできないが、道南スギの樹高成長は他地域に比較して遜色ないと考えられる。

*1地位とは、林地の材積生産力を示す指数のこと。地位を判定するために基準年の平均上層樹高から計算された値を地位指数という。

2. 収穫予測ソフトの作成

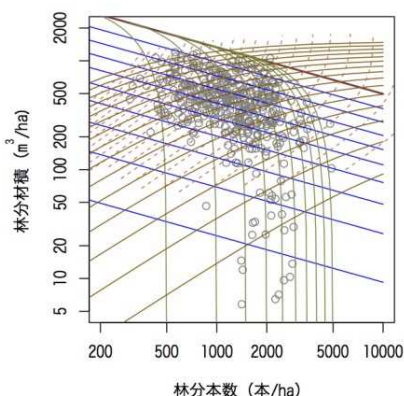


図-2 道南スギの林分密度管理図(暫定版)

a)林分密度管理図*2の作成

林分密度管理図の作成に必要な数式における、各パラメータを推定した。また、林分密度管理図(暫定版)の作成を行った。

b)他樹種との成長量の比較

道南スギ、カラマツ、トドマツと成長量を比較すると、樹高成長はカラマツ>スギ>トドマツ、直径成長はカラマツ≒スギ>トドマツの順であった。蓄積は立木密度がスギで高いため、スギ>カラマツ≒トドマツとなった。

*2林分密度管理図とは、ある密度で植栽された林分が、ある平均上層高に達したときの、林分密度、林分材積、平均直径および混み合いの程度を知るためのもの。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・滝谷美香・八坂通泰(2013)北海道南西部スギ人工林の成長予測 第124回日本森林学会大会

ポット化によるカラマツ・グイマツ接ぎ木苗での着花調節技術の開発

担当G：森林資源部経営G

研究期間：平成24年度

区分：職員研究奨励事業

研究目的

カラマツ類は接ぎ木後、花を着けるまで最低12年以上かかる上、その後も2～5年に1回しか咲かないという特性がある。そのため、(1)品種開発に長い時間がかかる、(2)種子が安定的に生産できず苗木が不足する、という問題を抱えている。以上の問題を解決するためカラマツとグイマツの接ぎ木個体を対象にポット化による着花誘導実験を行い、着花促進に関わる要因（乾燥、気温など）を解明することで、接ぎ木苗での着花調節技術を開発する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

材料：カラマツ2クローン、グイマツ3クローン
 処理：①乾燥（ポット）＋加温（ビニルハウス）
 ②乾燥（ポット）
 ③対照（露地植栽）

方法：供試木の着花調査、環境要因の測定
 測定項目：着花率（花数／短枝数）
 土壌水分、地温・気温の測定

研究成果

乾燥＋加温処理による着花促進の効果

ポットは露地に比べて土壌が乾燥気味になり、また、ビニルハウス内の気温は外気よりも平均3℃ほど上昇した（写真）。

※6月だけハウスで育成

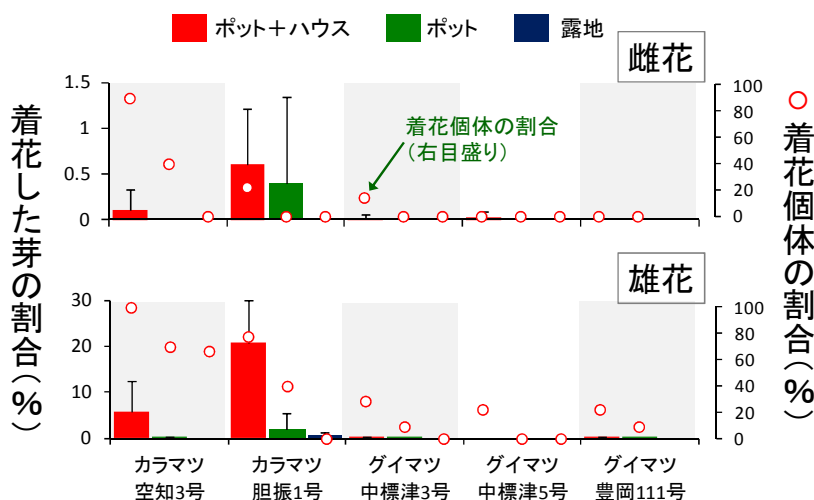
乾燥・加温
（ポット＋ハウス※）



乾燥
（ポット）



対照
（露地植栽）



実験（①ポット＋ハウス、②ポット、③露地植栽）の結果、カラマツでは処理の効果が認められた（図-1）。着花した芽（雌花＋雄花）の割合は空知3号では①6%、②0.1%、③0%、胆振1号では①21%、②2.3%、③0.7%となり、乾燥と前年6月の高温が着花を促進していることがわかった。

一方、グイマツではカラマツほどの明瞭な着花促進効果は認められなかったため、今後さらなる実験が必要である。

図-1 カラマツとグイマツの処理別の短枝あたりに着花した芽の割合と着花個体の割合

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・今 博計・来田和人・内山和子・黒丸 亮（2013）加温処理によるカラマツ類のつぎ木ポット苗の着花促進. 第124会日本森林学会大会