

## Ⅱ 平成23年度試験研究の概要

（森林資源部）

## 緩中傾斜地に適した低コスト生産システムの開発

担当 G：森林資源部長・経営G、道北支場

研究期間：平成23年度～23年度 区分：受託研究

## 研究目的

緩中傾斜地が多く、降雨が比較的少ない気象条件を有する北海道では、北欧で広く利用され成果を上げている林内走行型作業システムの導入により、将来的には造林から伐出まで一貫した低コスト機械化作業システムの構築が可能と考えられる。ところが、このシステムでは大型機械が林内を直接走行することから、林地や残存木に及ぼす影響が懸念される。したがって、このシステムによる持続可能な低コスト木材生産を実現するためには、生産性の把握と同時に森林環境に与える影響を解明していかなければならない。この目的を達成するための一環として、本研究ではハーベスタとフォワーダによる林内走行型作業システムの構築を目指した実証試験を行う。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地について等

調査地：道有林網走西部管理区42林班、トドマツ35年生人工林

調査対象：ハーベスタ（Ponsse Beaver）とフォワーダ（Welte W130K）による帯状間伐作業

調査方法等

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、ならびにGPSによる機械の移動経路記録と解析

## 研究成果

- ハーベスタの生産性は $13.6\text{m}^3/\text{時}$ となった。2010年度に得られた結果（ $28.6\text{m}^3/\text{時}$ ）と比べて低くなったが、これは処理する立木の大きさの影響を受けたためである（2010年度は平均 $0.6\text{m}^3/\text{本}$ 、今回は $0.3\text{m}^3/\text{本}$ ）。処理木の個別解析結果からは、立木の大きさが $0.6\text{m}^3/\text{本}$ であれば $20.6\text{m}^3/\text{時}$ の生産性となることが予測された（図-1）。
- なお、2010年度の結果は熟練したオペレータによるものであり、今回得られた生産性もオペレータの習熟度の上達によって向上することが期待される。
- フォワーダの生産性は集材距離の増加につれて減少し、調査結果より得られた回帰式からは集材距離200mで約 $20\text{m}^3/\text{時}$ 、300mで約 $16\text{m}^3/\text{時}$ の生産性が予測された（図-2）。

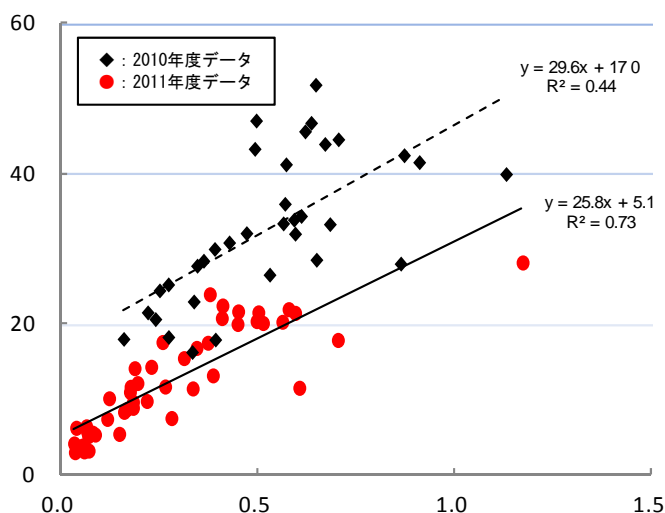


図-1 ハーベスタ作業における出材量と生産性  
 ◆は熟練したオペレータのデータ  
 ●は乗車624時間、造材実績4815 $\text{m}^3$ の見習いオペレータのデータ

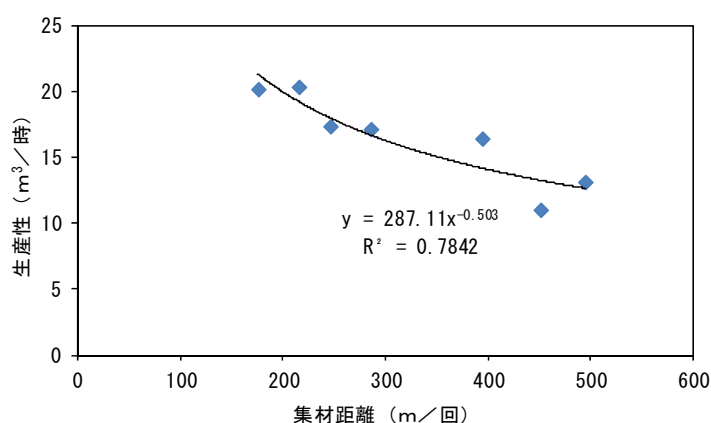


図-2 フォワーダの集材距離と生産性

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

# 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F<sub>1</sub>、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

炭素固定能の高いカラマツ類の家系を選抜するために38年生の次代検定林（訓子府町、美唄市）の成長量調査を実施し、それらのデータや過去に実施した成長量調査のデータを用いて家系別炭素貯蔵量推定モデルの基本構造を設計し、成長パラメータを試算した。

### 2、炭素固定向上を図る育林システムの確立

炭素を長期固定できる建築材を効率的に生産する長期固定育林システム開発のために、平取町の間伐試験地において採取した試料を用いて間伐率が材密度に及ぼす影響を調査した。その結果、強度試験区で晩材密度が高く、建築材として利用した時の炭素固定効果が間伐により向上することが示唆された。

### 3、林地残材の経済的集荷可能量評価

伐採計画、集材方法、地形等を考慮し、全道の市町村単位での林地残材経済的集荷可能量の評価を6総合振興局・3振興局で行った（図-1）。

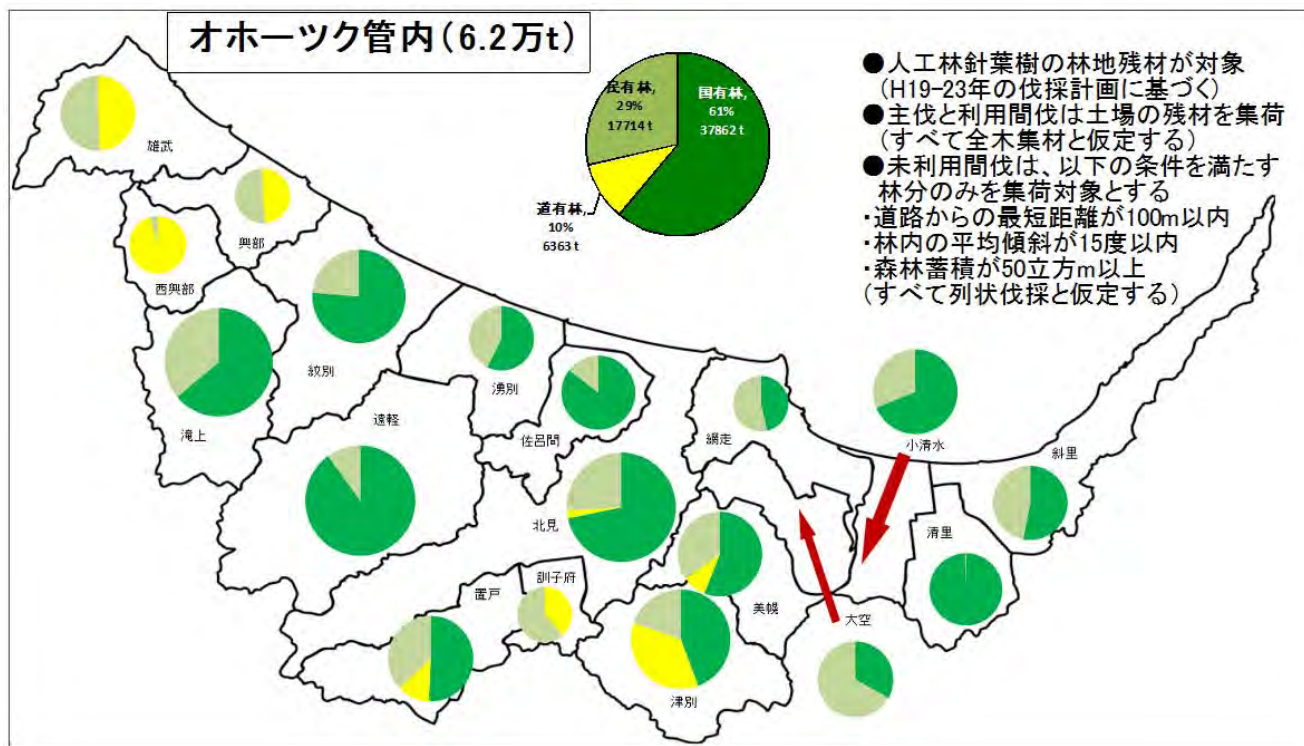


図-1 林地残材の経済的集荷可能量の試算例（オホーツク管内）

# 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

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F<sub>1</sub>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

- ・東神楽町カラマツ類人工林
- ・グイマツ雑種F<sub>1</sub>さし木苗

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において可能なさし木方法が明らかとなり、今後、さし木試験を継続し、より効率的な方法を確認していく(図-1)。

### 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

カラマツ類の植栽密度および品種間での初期成長が明らかになり、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、間伐コスト低減や肥大成長促進のため植栽密度を減らしても、下刈りコストには影響しないことが示唆された。



図-1 新居浜市(高標高地)のさし木風景

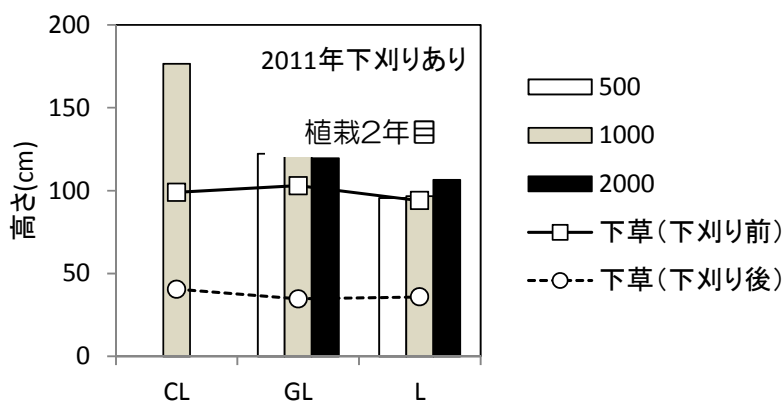


図-2 植栽密度試験地(500、1000、2000本/ha)におけるクリーンラーチ(CL)、グイマツ雑種F<sub>1</sub>(GL)、カラマツ(L)の樹高と下草高

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

# 育林省力化技術開発促進事業

担当 G：森林資源部経営G

研究期間：平成23年度 区分：受託研究（（社）林業機械化協会）

## 研究目的

森林での作業において、機械化が最も遅れているのは、地拵え、植栽、下刈りなどの育林工程です。そのうち、地拵え工程については、近年、いくつかの機械が開発・導入されました。昨年度まで、開発・導入された地拵え機械について、作業の効率性やコストを明らかにしてきました。今年度の本課題では、機械による地拵えによる結果が、その後の植栽、下刈り工程への影響を明らかにするため、機械地拵え後の植生回復の状況について検討しました。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

### 調査地概要

1. 調査地：上川総合振興局管内 美瑛町
2. 主な地拵え方法
  - ・ブラッシュカッター（DAH-100、写真-1）による「機械刈払い型」（写真-2）
  - ・グラップルローダによる「レーキ地拵え」（写真-3）
  - ・油圧ショベルによる「全剥ぎ地拵え」（写真-3）

### 調査方法

1. 現地調査
  - ・植生高測定
  - ・植生被度測定
  - ・全てを刈取り
2. 室内分析
  - ・ササとその他植物に分類
  - ・絶乾重測定

### ○現地調査の様子



（1m×1mの調査枠を設定）

## 研究成果

### 1 昨年度までの研究成果「低コスト育林高度化事業（H19～22）」

#### （1）林業作業機械化の現状

機械化が先行している作業

今



昔 チェーンソー伐木と馬橋集材

車両系大型  
機械作業

対して、育林  
工程の機械化  
は遅れている

#### 育林工程



地拵え  
（刈払い機による  
補正刈り作業）



植栽

ほかに、  
下刈り、  
枝打ち、  
など

地拵えは  
機械化進む

#### （2）主な大型地拵え機械



写真-1 ブラッシュカッター  
・高速で回転する11枚の刃によって、ササなどの植生を刈払い、粉碎する。



写真-2 グラップルローダ（レーキ）  
・グラップルローダが櫛状の器具（レーキ爪）を把持して、残材除去しながらササを透き取る。多くの場合、レーキ爪は自作である。



写真-3 油圧ショベル（バケット）  
・標準装備のバケットにより、ササなど植生を根こそぎ剥ぎ取る「全剥ぎ地拵え」を行う

これらの機械を単独もしくは組み合わせて、地拵え作業が行われている

#### （3）主な研究成果

- ・大型地拵え機械を経済的に使用するために必要な年間作業面積を明らかにした（20ha以上）。

#### （4）残された課題

- ・大型機械作業による植生回復を含む林地や植栽木の成長への影響。

## 2 今年度の研究成果

### (1) 地拵え機械(方法)と植生回復状況

表-1 地拵え方法および地拵え機械ごとにみた植生回復の概況

| 場所(小班名)              | 地拵え方法      | 地拵え機械         | 植被率(%)                           | 植生高(cm)                           | 主な植生                                  |
|----------------------|------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 20上斜面<br>20下斜面       | レーキ+機械刈払い型 | レーキ、ブラッシュカッター | 75~100<br>40~100                 | 65~80<br>40~100                   | クマイザサ、エゾヨモギ、ヨツバヒヨドリ                   |
| 21                   | 全剥ぎ+機械刈払い型 | バケツ、ブラッシュカッター | 60~80                            | 40~70                             | クマイザサ                                 |
| 23上斜面<br>24          | レーキ+人力刈払い型 | レーキ、刈払い機      | 10~50<br>5~30                    | 50~60<br>45~50                    | クマイザサ、エゾヨモギ、ヨツバヒヨドリ                   |
| 23下斜面                | 全剥ぎ型       | バケツ           | 0~1                              | 0                                 | 植被率5%以上の植生は無し                         |
| 22<br>26<br>27<br>28 | 全剥ぎ+人力刈払い型 | バケツ、刈払い機      | 60~90<br>40~60<br>40~80<br>45~80 | 60~120<br>40~60<br>40~80<br>45~80 | エゾヨモギ、オオイヌタデ、エゾノギシギシ、クマイザサ、イシミカワ、イヌタデ |

- 地拵え、植栽後、下刈り時期の林分10カ所で現況調査
- 植被率は、多くの場合、十分な植被率を示しましたが、油圧ショベル(バケツ)で強度に全剥ぎ地拵えを行った場合、ほぼ無植生となりました。
- 植生型は、「ササ優占(写真-4)」、「草本優占(写真-5)」、「無植生(写真-6)」の3つに分類されました。
- 植生高は、無植生となった場合を除き、50~80cmとなりました。
- 植栽木のカラマツ苗の高さは、約50cmですから、回復した植生とほぼ並ぶ状態でした。

○地拵え・植栽後、下刈り時期の状況(7月5日)



写真-4 ササが優占した場所



写真-5 草本が優占した場所



写真-6 無植生となった場所

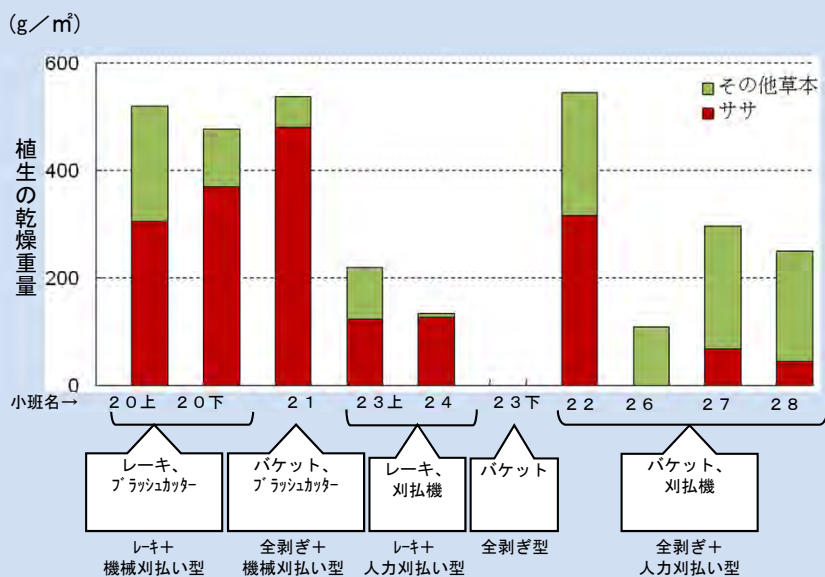


図-1 地拵え機械(方法)別にみた植生回復状況

- 図-1は、回復した植生について、ササと草本について現存量の比率についての調査結果です。
- ブラッシュカッターや刈払機による地拵えでは「ササ優占」に、油圧ショベル(バケツ)で全剥ぎ地拵えでは「草本優占」になる傾向がみられました。
- これらの結果から、下刈りを省略出来るかどうかを判断することは難しく、下刈りを行わない場合を実証的に調査する必要があります。

### (2) 残された課題

- 本課題は、当初平成23~25年度の計画でしたが、諸事情により休止となりました。そのため、植栽木の成長への影響など課題が残りました。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

# 対流圏オゾンなどの越境大気汚染物質濃度の測定とその植物影響

担当 G：森林資源部経営G、研究参事、道南支場、道北支場  
 共同研究機関：環境科学研究センター、農業試験場  
 研究期間：平成23年度 区分：研究奨励事業

## 研究目的

対流圏オゾン（O<sub>3</sub>）は稲や大豆などでの減収を引き起こし、潜在的生産阻害要因の可能性が指摘されている。また、森林では植物葉の光合成能力を低下させるため、CO<sub>2</sub>吸収量の低下に影響することが懸念されている。加えて、従来3～4月であったオゾンの高濃度時期が4～5月と遅くなる傾向にあり、温暖化などの影響により農作物の播種期、樹木の開葉時期が早まっていることから、オゾンの高濃度時期に植物が影響を受けやすい状況になりつつある。しかし、北海道では、道央以外の地域におけるオゾンなど大気汚染物質濃度の測定データが極めて少なく、その影響に関する評価や調査も未着手である。そこで、道内の各地域において対流圏オゾン濃度を測定し、既存の測定局のデータ（主に道央）と合わせて北海道全体の対流圏オゾン濃度の状況を把握するとともに、森林衰退の兆候の有無を把握する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

### 調査地について

- ・道内16箇所（対流圏オゾン濃度測定）
- ・弟子屈町、増毛町（森林現況調査）

### 調査方法等

- ・パッシブサンプラーによる大気汚染物質の補足
- ・踏査による樹冠の枯損状況調査

## 研究成果

### 1. 北海道全体の対流圏オゾン濃度の把握



図-1 オゾン濃度の測定地点

- ・測定データが少ない地域（道央以外の地域）において対流圏オゾン濃度を測定し（図-1）、オゾン濃度の地域性を把握した。
- ・概ね道南西部、山岳地域で高く、内陸部で低い傾向にあった（図-2）。濃度の高い地域では6月でも植物に影響がある閾値である濃度40ppbを上回る地点が複数確認された。

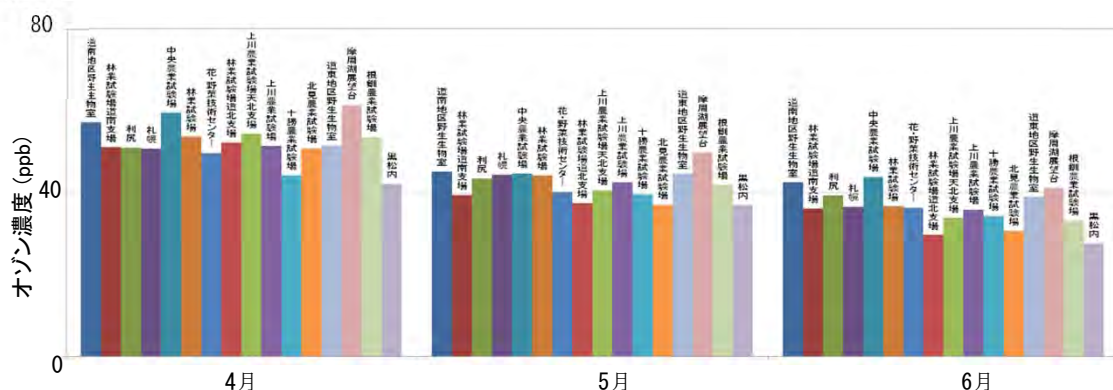


図-2 2011年4～6月における測定地点のオゾン濃度

### 2. 森林現況調査

- ・摩周湖外輪山の最も衰退の進行している林分（西向き斜面）は、尾根から斜面上部にかけて広がっており（写真-1、第1展望台付近）、立地環境（土壌条件や風のあたりやすさ）も衰退状況に影響している可能性が示唆された。
- ・暑寒別岳スキー場付近の限られた範囲では衰退の進行した森林は見受けられなかった。



写真-1 衰退が最も進行している林分（摩周湖外輪山の第一展望台付近）

## 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(ヤママユ科の蛾)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

- ・奈井江町のウダイカンバ(樹齢約100年)
- ・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

- ・観察木46個体を対象に食害による失葉率を調査した結果、2006～2008年、および2011年に激しい食害が観察された(図-1)。
- ・観察木では、2009年に死亡個体が確認され、その後も新たな死亡が発生していた(図-2)。
- ・死亡した個体は相対的に小さな胸高直径の階級に偏って認められた。

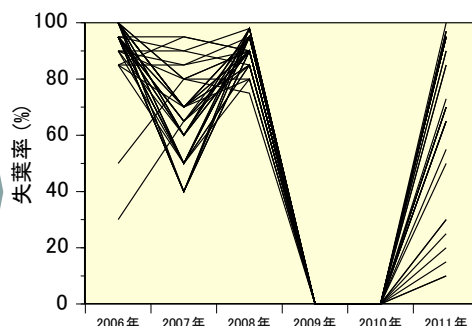


図-1 観察木の食害による失葉率の推移  
測定は各年の7月下旬に実施。  
2009年、2010年は食害が軽微であり、目測による判読が困難であったため0%として図示した。

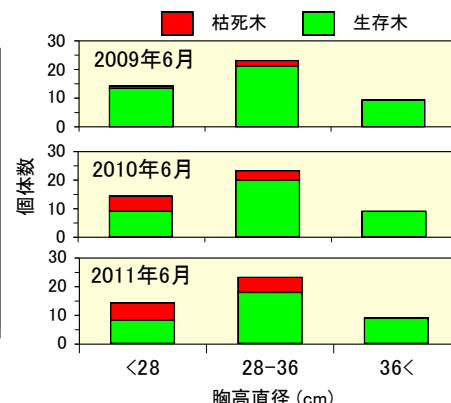


図-2 胸高直径階別、生存木・枯死木別の本数分布

### 2. 個葉の生理特性評価

- ・激しい食害を受けた個体では、食害から約一月後の8月中旬に二次展葉が観察された(図-3)。
- ・二次葉では、低CO<sub>2</sub>濃度下における光合成速度の増加の程度(傾き)が食べ残された葉に比べて小さく、高CO<sub>2</sub>濃度下での光合成速度も小さかった(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。

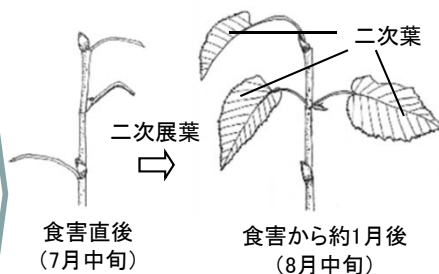


図-3 激しく食害された枝の応答

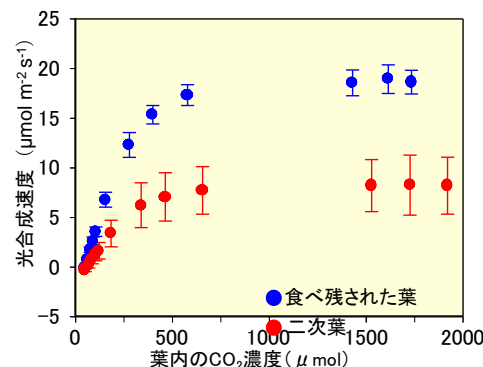


図-4 二次葉と食べ残された葉の葉内CO<sub>2</sub>濃度光合成速度との関係  
測定には二次展葉後、約3週目の葉を使用

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・大野泰之ら(2012) 3年連続してクスサンの大発生した広葉樹二次林におけるウダイカンバの枯死状況 北方森林学会誌 60:67-68
- ・大野泰之ら(2012) 食葉性昆虫による食害程度と個体サイズがウダイカンバ林冠木の衰退の発生に及ぼす影響 第59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

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F<sub>1</sub>「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)

ピロディン陥入量 (材の密度、ヤング係数の指標、陥入量が小さいほど、密度、ヤング係数が高い)

## 研究成果

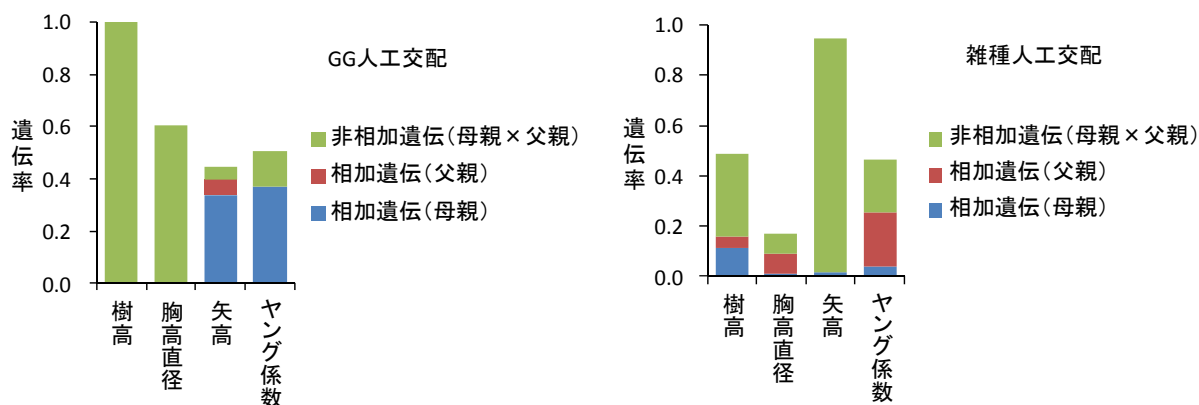


図-1 グイマツ×グイマツと雑種家系の遺伝率

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。

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    |      |      |       |     |
|----------|---------|------|------|-------|-----|
|          | 樹高      | 胸高直径 | 矢高*  | ヤング係数 |     |
| 選抜前の平均   | a       | 10.5 | 13.5 | 3.3   | 7.2 |
| 上位10%の平均 |         | 11.7 | 15.3 | 1.7   | 8.4 |
| 選抜後の期待値  | b       | 10.6 | 13.5 | 1.6   | 7.8 |
| 改良効果%    | (b-a)/a | 0.4  | 0.2  | -51.8 | 8.0 |

\*値が少ないほど利用上、優れている。

| 項目       | 直接選抜    |       | 直接選抜の影響 |      |      |
|----------|---------|-------|---------|------|------|
|          | 矢高*     | ヤング係数 | 樹高      | 胸高直径 |      |
| 選抜前の平均   | a       | 3.3   | 7.2     | 10.5 | 13.5 |
| 上位10%の平均 |         | 2.1   | 8.1     | 10.3 | 12.5 |
| 選抜後の期待値  | b       | 2.2   | 7.5     | 10.5 | 13.4 |
| 改良効果%    | (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。

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできません」

## 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) グイマツ第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



# 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

協力研究機関：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の開発など、モデルの精緻化と適用の拡大を狙った開発を通して、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F<sub>1</sub>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F<sub>1</sub>、カラマツ類の試験地22か所  
クリーンラーチ、カラマツ、グイマツポット苗木  
クリーンラーチさし木

調査方法等

成長量調査  
光合成測定  
さし木床替え機の改良と工期調査

## 研究成果

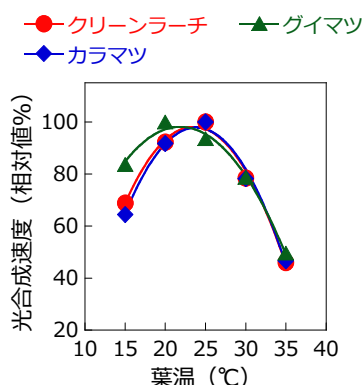


図-1 クリーンラーチ、カラマツ、グイマツの温度-光合成関係

光合成最適温度クリーンラーチとカラマツのは同じで、グイマツよりも約2℃高かった。

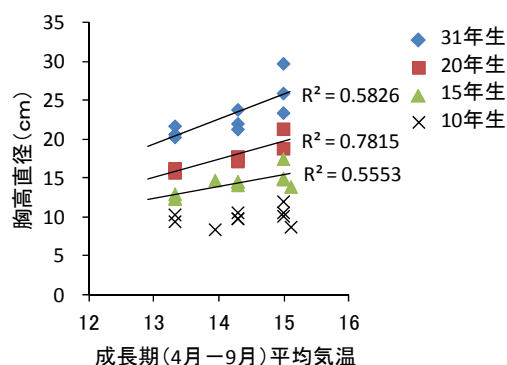


図-2 クリーンラーチの胸高直径と成長期(4月～9月)の平均気温の関係  
それぞれの点は胸高直径の試験地平均値

成長期の平均気温が高い試験地ほどクリーンラーチの平均胸高直径は大きく、温暖化がマイナス要因として働く可能性が低いと考えられた



写真-1 北海道で普及率の高い床替え機(サンテクノ社製)(左)と改良した供給台(苗木をセットする台)とブレード(苗木をつかみ植えるハサミ)

改良した機械により、苗木の成長に悪影響を及ぼさず、床替え作業が手植えに比べて生産性が4.4倍になった。

「引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできません」

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・原山尚徳、上村章、北岡哲、宇都木玄、大野泰之、来田和人(2012)カラマツ属3種のポット苗における光合成速度の温度および蒸気圧欠差に対する反応, 北方森林研究 60:29-30
- ・来田和人、今博計、内山和子、黒丸亮(2012)炭素固定能が高いグイマツ雑種F<sub>1</sub>の炭素貯蔵量を成長量と気温から推定する。第123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）

### 平成23年度の研究成果

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において下記の調査を実施。結果は北海道環境生活部を通じて環境省に報告する。

1. 樹木衰退度調査（林業試験場）  
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。
2. 森林総合調査（林業試験場）  
今年度は調査なし。
3. 土壌モニタリング（環境科学研究センター）  
今年度は調査なし。



図－1 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    |

### 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

# 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美唄市、新得町、むかわ町等、シラカンバ人工林材のピスフレック発生については美唄市で野外調査・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、枝の形態と植栽密度）、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）、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。

## 平成23年度の研究成果

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  
カラマツ植栽密度試験地において植栽個体の地上2mまでに発生していた一次枝枯れ枝の平均基部直径を図-1に示す。2000本/haや4000本/haの場合に比較して、500本や1000本と低密度植栽の場合、枯枝の平均基部直径は大きくなる傾向にあった。垂直のバーは標準偏差を示す。

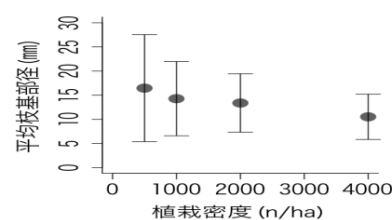


図-1 カラマツ植栽密度試験地において植栽個体の地上2mまでに発生していた一次枝枯れ枝の平均基部直径7

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、植栽後1年目の林分から急激に上昇し、10年生で53%、20年生で79%に到達することが分かった。節発生を抑制するために注意が必要な若齢林では失葉率は比較的 low、枝枯損への影響も小さいと考えられた（図-2）。

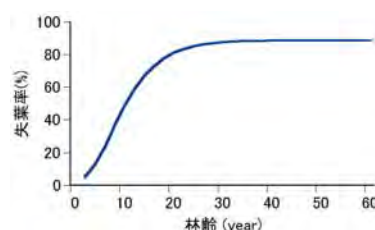


図-2 ハバチによる失葉率と林齢との関係

3. シラカンバ人工林におけるピスフレックの発生実態  
円板採取部位とピスフレック数（PF数）、ピスフレック密度（PF密度）との関係を見ると、ガとハエでは増減傾向が違っていたが、ピスフレック全体では採取部位が高いほど数・密度が減少した（図-3）。

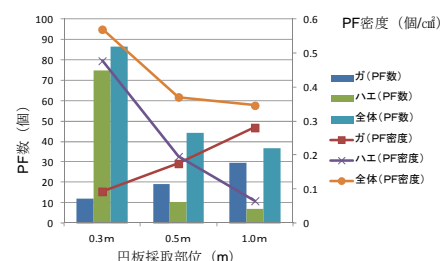


図-3 円板採取部位とピスフレック数 (PF数)、ピスフレック密度 (PF密度) との関係

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

# 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 G：森林資源部経営G・保護G、道東支場  
協力機関：北海道水産林務部道有林課、十勝総合振興局森林室  
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(調査地概要や調査方法)

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（1941林分）  
研究方法：非線形回帰による樹高-直径関係の推定；  
収穫予測システムの改善；地位指数に影響を与える要因の検討

②根株腐朽被害の影響調査  
調査地：道有林十勝管内78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被害菌の接種試験

## 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（H23～25）

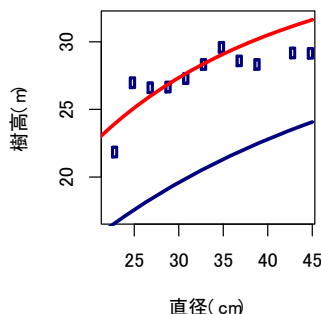


図-1 高齢級人工林への当てはめの結果  
青四角：高齢級人工林実測値、赤線：本研究により構築されたモデルによる推定値、  
青線：従来の方法により求めた推定値

#### a) トドマツ人工林の樹高-直径関係の考察

トドマツ人工林における直径、植栽林分の林齢、胸高断面積合計、および林分の平均直径から、立木の樹高を推定することが可能となった（図-1）。

#### b) 収穫予測システムへの丸太生産量予測の追加

上記モデルと既存の細り計算式を用いて、末口径および材長別丸太本数を予測するプログラムを構築した。丸太生産量を予測するプログラムを、収穫予測システムに追加した。

#### c) 地位指数の推定

地位指数に影響を与える要因について解析を行うために必要なデータ等の収集・整備を行った。

### ② 根株腐朽被害の影響調査（H23～25）



図-2 伐倒により腐朽状況を観察した個体の伐根（左）と樹内腐朽診断装置による調査風景（右）

#### 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：78年生）で、50本を伐倒し、根株腐朽被害の程度や被害木の生育状態などを調査した（図-2左）。腐朽被害が著しかった被害木からはマツノネクチタケ属菌が分離され、腐朽高の最大値は地上5.6mだった。上記サンプル木伐倒前後に樹内腐朽診断装置を用い、腐朽判定の可否を判断するための予備調査（図-2右）を行った。

#### b) 接種試験による腐朽程度の把握

根株心腐病菌マツノネクチタケおよびレンガタケ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)

- Tokuda, S., Ota, Y., Hattori, T., Shoda-Kagaya, E. and Sotome, K. (2011) The distribution of closely related large genets of *Heterobasidion parviporum* in a Todo fir (*Abies sachalinensis*) stand in Hokkaido, Japan. *Forest Pathology* 41 : 482-492.
- 滝谷美香、八坂通泰 (2012) カラマツおよびトドマツ人工林の立木密度の地域による差異 *北方森林研究* 60 : 69-70.

# 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 G：森林資源部経営G

共同研究機関：酪農学園大学、筑波大学、北海道大学、森林総合研究所、  
EnVision環境保全事務所

研究期間：平成21年度～23年度 区分：公募型研究

## 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（人工造林が必要な場所）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)

### ●衛星画像による造林未済地の把握

数10km四方の広域を把握することが可能な衛星画像を用いて、造林未済地を把握することを試みました。

### ●造林未済地の発生箇所の予測

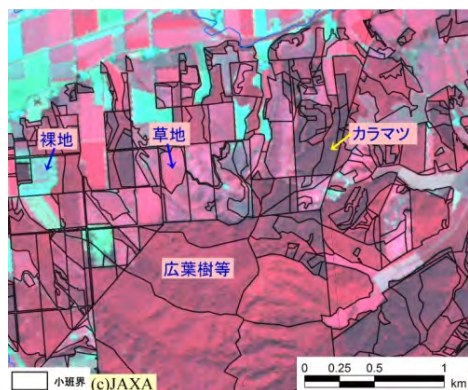
森林調査簿や標高・傾斜等の地形データを用いて統計解析を行い、造林未済地が発生しやすい条件を明らかにしました。

### ●造林未済地の植生回復の状況把握

十勝南部の3町村で、カラマツ林伐採跡地138箇所の植生調査を行い、回復メカニズムを解明しました。

## 研究成果

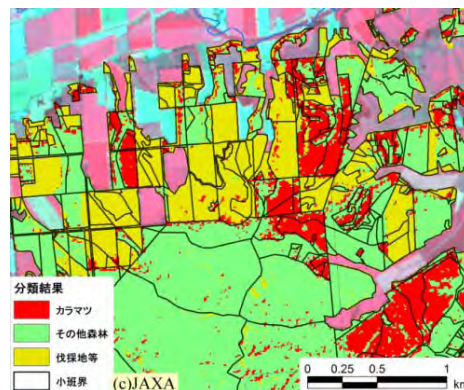
### ●衛星だいち(ALOS)画像



カラマツはやや黒い色、広葉樹は赤、草地は明るい赤、裸地は水色で表示され、土地の状態によって色調が異なります。

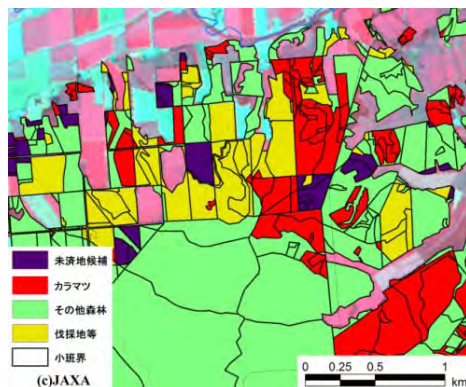
### ●画像分類

衛星画像の色調をもとに分類した結果です。斜面方位の影響を受けますが、カラマツ、トドマツ、広葉樹、伐採跡地などに分類することができます。

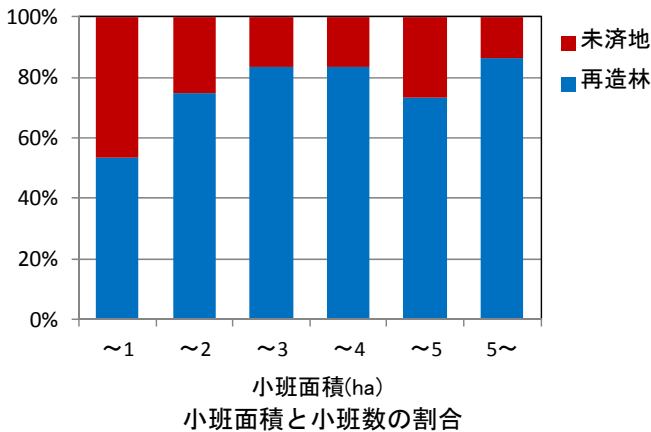
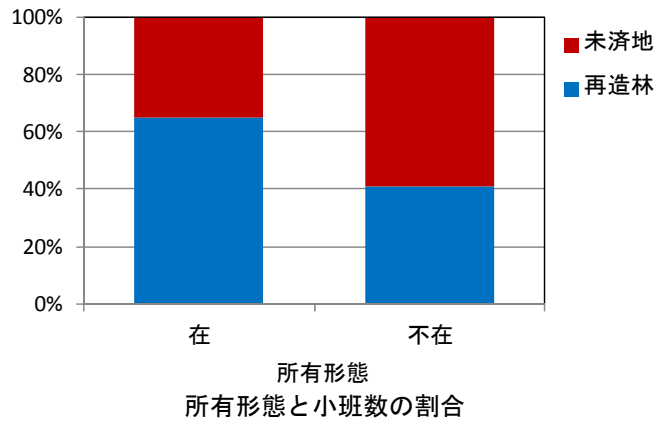
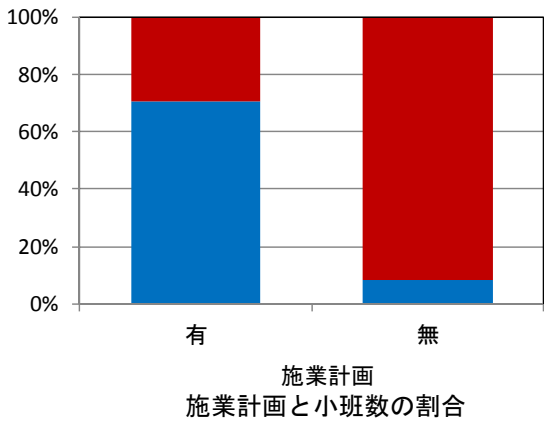


### ●解析結果と森林調査簿との比較

各小班の中で、どの分類結果がもっとも多かったかを計算したものです。森林調査簿と比較することで、造林未済地を適切に把握するための資料として活用できます。



## ●造林未済地が発生しやすい場所

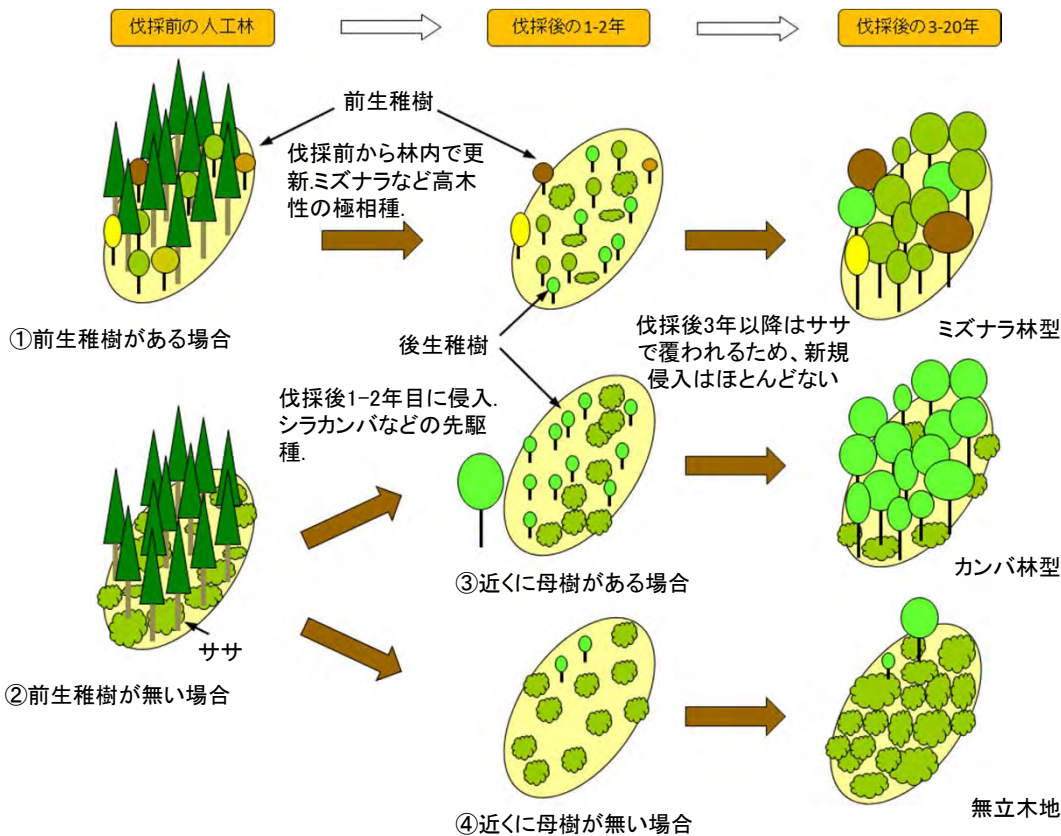


未済地発生と関わっていた要因は、施業計画の有無、所有形態、小班面積でした。

グラフは、施業計画、所有形態、小班面積毎の未済地と再造林との小班数の割合を示したものです。

施業計画を立てていない、不在村所有者、小班面積が小さい箇所、造林未済地になりやすい傾向が見られました。

## ●森林の再生過程



伐採跡地を天然更新で森林再生するには、ミズナラなどの高木性極相種は伐採前から前生稚樹として林内で更新していること、シラカンバなどの高木性先駆種は近くに母樹があることが重要です。前生稚樹が少なく、近くに広葉樹林がない人工林では、伐採後に無立木地になるおそれがあります。再造林により適切な更新を図る必要があります。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

農林水産技術会議「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」成果パンフレット「造林未済地の解消をめざして—十勝南部の事例—」(2012) 8P

# 広葉樹林化のための更新予測及び誘導技術の開発

担当 G：森林資源部経営G・保護G、森林環境部機能G・環境G、道南支場

共同研究機関：森林総合研究所（主管）

研究期間：平成19年度～23年度 区分：公募型研究

## 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。

### ●樹高成長特性の評価

光環境に対する樹種ごとの樹高成長特性を評価するため、トドマツ人工林に更新した広葉樹6種の稚樹（235個体）を対象に、個体上の相対光量子束密度、当年伸長量を測定した。

### ●広葉樹林化施業による土砂流出量の変化

トドマツ林の間伐列、無間伐列、集材路等で土砂流出量を土砂受箱により測定した。

### ●エゾシカによる更新稚樹の食害リスク評価

人工林3、048箇所（うち広葉樹395箇所）で1箇所50本の植栽木を対象に、頂枝の食害の有無を調査した。

### ●ハンドブックの作成

参画機関の研究成果をとりまとめ、広葉樹林化ハンドブック2010と2012を作成した。

## 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<br>(種子散布量、間伐回数) |
| 広葉樹林からの距離 | -  | 種子散布量<br>(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ました（表-1）。

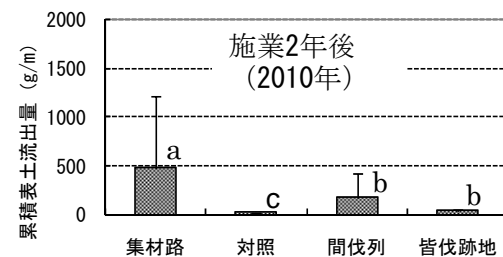
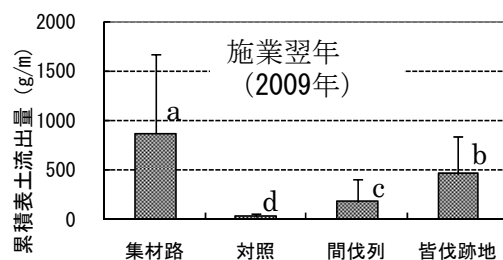


図-2 各処理区における表土流出量

旺盛な伸長成長を示した相対光量子束密度の上限値は樹種間で異なった。稚樹の更新スピードを速めるためには、更新稚樹の種類に応じて林内の相対光量子束密度を調節することが必要です（図-1）。

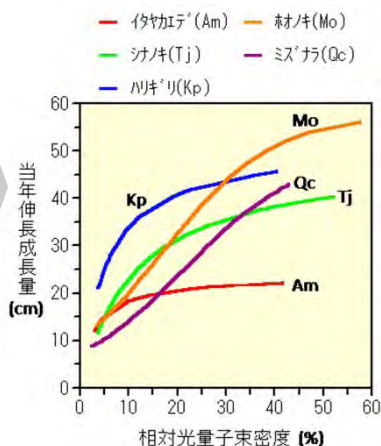
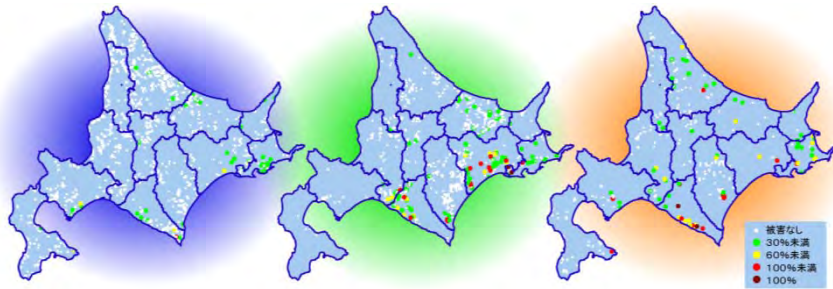


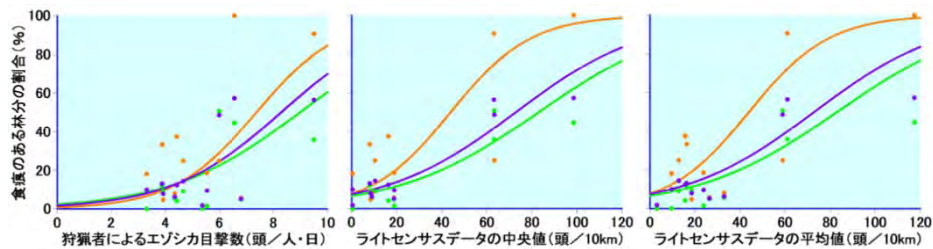
図-1 相対光量子束密度に対する当年伸長成長量の予測値

集材路で流出量が多い傾向がありますが、林床植生の回復に伴って流出量が減少します（図-2）。

- ・エゾシカ生息密度指標と人工林における食痕の確認割合に相関があり、人工林における食痕が、地域のエゾシカの生息状況を示す指標となる可能性があります。
- ・ライトセンサスにおけるエゾシカ目撃数や広葉樹人工林における食痕を指標として、人工林における天然更新稚樹の食害リスクを評価できる可能性があります。



図－3 被害林分の分布



図－4 食痕の有無とエゾシカ生息密度指標との関連

いずれも指標との関係も有意であったが（ $p < 0.001$ ）、ライトセンサス中央値を説明変数とする一般化線形モデルがあてはまりが良かった。



人工林を混交林・広葉樹林へと誘導する場合にどのような点に注意すべきか、施業の手順はどうすべきかを解説しています。2冊で構成され、2010年版は広葉樹林化の適地の判定法や天然更新の可能性を判定する方法について、2012年版は広葉樹林化の考え方や施業法を解説しています。

図－5 研究成果をまとめた広葉樹林化ハンドブック2010（36p）と2012（52p）  
森林総合研究所の広葉樹林化HPからダウンロード可能

## 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。日林誌 91：178-183。
- ・南野一博、明石信廣、今 博計（2009）野ネズミによるドングリの持ち取り試験～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:
- ・今 博計（2010）その人工林は広葉樹林化できるのか？～北海道のカラマツ人工林とトドマツ人工林～。森林技術817：9-23。
- ・今 博計（2010）北海道における広葉樹林化の可能性。森林科学59：17-21。
- ・明石信廣（2011）広葉樹林化におけるエゾシカ食害のリスク。日林北支論59:印刷中
- ・Akashi, N., Unno, A. and Terazawa, K. (2011) Effects of deer abundance on broad-leaf tree seedling establishment in the understory of *Abies sachalinensis* plantations. J. For. Res. 16：500-508.
- ・今 博計（2011）北海道における広葉樹林化の可能性。日林北支論59：3-4。
- ・長坂 有、今 博計、長坂晶子、棚橋生子、佐藤弘和（2011）森林施業後の林床被覆の違いが表土流出に及ぼす影響。日林北支論 59：137-140。