

# リモートセンシングにおける3次元情報解析技術の開発

担当G：道南支場

研究期間：平成24年度～26年度

区分：経常研究

## 研究目的

### 目的

リモートセンシングによる森林被害の把握精度の向上、森林資源量の解析、林相変化および病虫害把握、森林の公益的機能評価・推定など、高さ情報を利用した新たな森林管理手法を実用化するため、衛星画像を用いた3次元情報解析技術を開発する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

### 調査地と使用したデータ

調査地：函館市、苫小牧市

使用データ：IKONOS衛星画像、空中写真

### 調査項目

1. 高さ情報取得に必要な衛星画像の特性調査
2. 衛星画像による3次元情報解析技術の開発

## 研究成果

### 1. 高さ情報取得に必要な衛星画像の特性調査

衛星画像の違いによる高さ精度について調査したところ、IKONOS衛星(撮影幅11km幅、分解能1m)は、ALOS衛星(撮影幅35km、分解能2.5m)に比べて撮影範囲は劣るものの、森林管理に活用できると思われる精度の高さデータが得られた。両者の画像を比較すると、画像のきめ細かさとコントラストが精度に関係していると考えられた。

### 2. 衛星画像による3次元情報解析技術の開発

函館市を対象に5km×5kmのIKONOS衛星ステレオ画像解析により高さデータ(表面高：DSM)を作成した。IKONOS衛星画像はソフトウェアの自動処理でDSMを取得できたが、結果を補正するための地上基準点(GCP)が3箇所以上必要であった。GCPを3箇所、対照点を100箇所設定して作成したDSMは、森林の存在しない箇所(住宅地や農地など)において1/25,000地形図の等高線に近い値、森林が存在する区域については等高線より高い値となった(図1)。作成したDSMから国土地理院発行10mメッシュの標高データ(DEM)を差し引いた値は、住宅地は0に近い値、道南支場のスギ人工林や民有林が存在する区域で10m以上の値になっていることが確認できたが、その値は実際の樹高より低くなった(図2)。

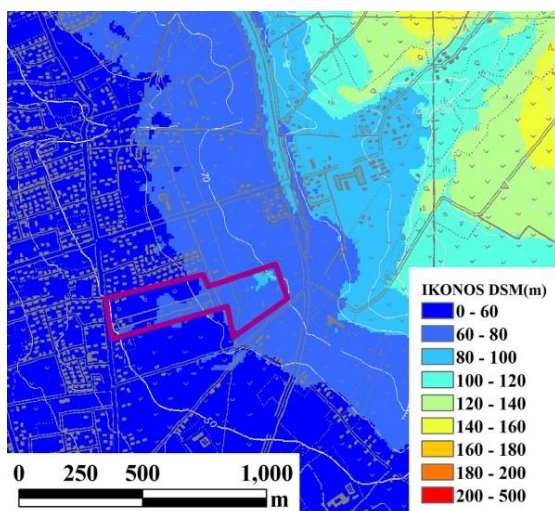


図1 IKONOS衛星画像から作成したDSM  
(紫の枠線は道南支場の区域)

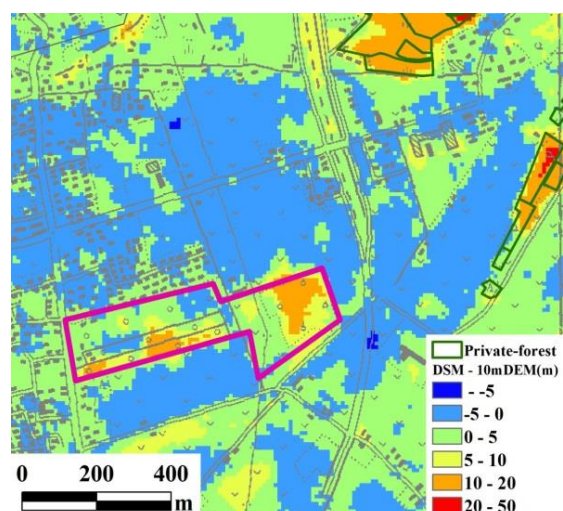


図2 DSMと10mメッシュDEMの差分

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・菅野正人(2013) IKONOSステレオペア画像から作成したDSMによる人工林の樹高計測の試み、日本リモートセンシング学会第55回(平成25年度秋季)学術講演会論文集：185-186

・菅野正人・津田高明・小玉智大・中根貴雄(2014) 無人航空機(UAV)によるカラマツ人工林の現況把握の試み、第125回 日本森林学会大会

# 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：道南支場、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、（株）イワクラ、（雪印種苗（株））

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

○炭素固定能の高い品種の選抜と増殖技術の改善

これまで開発したクリーンラーチ以外のグイマツ雑種F<sub>1</sub>およびカラマツの家系から炭素固定能の高い4家系（炭素固定能最大20%向上）を選抜した（図-1）。またさし木時期等を変更することでグイマツ雑種F<sub>1</sub>の増殖方法の育苗施設や気候条件の適用範囲を拡大するとともにカラマツにも適応可能なことを示した（図-2）。

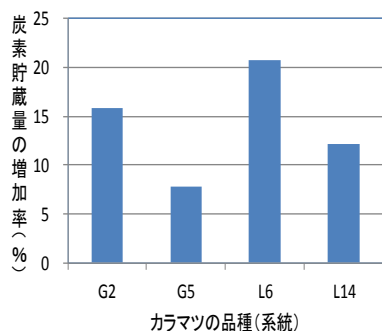


図-1 選抜家系の未改良カラマツの炭素貯蔵量2.32Ct/ha/年に対する増加率

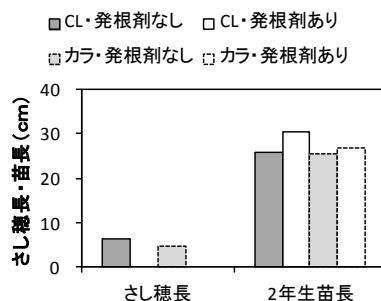


図-2 カラマツとクリーンラーチのさし穂長と山出し時の2年生苗長

○炭素固定向上を図る育林システムの確立

従来のカラマツ人工林施業（植栽密度2500本/ha、伐期50-60年）よりも植栽密度低減・伐期短縮（植栽密度1500-2000本/ha、伐期30-40年）により収穫した木材の炭素固定量が15%向上することを明らかにした（図-3）。また、植栽密度や間伐が材の強度に及ぼす影響を調査し、建築材の生産における間伐の効果を示した（図-4）。

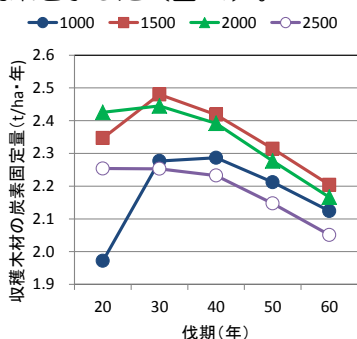


図-3 収穫木材の炭素固定量に及ぼす植栽密度と伐期の影響

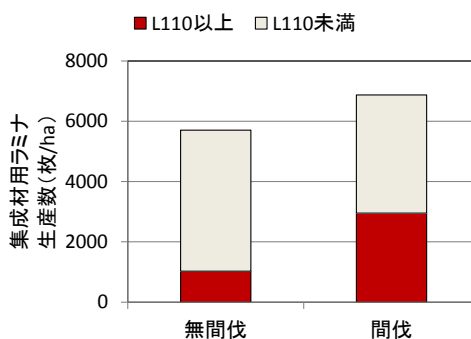


図-4 間伐の有無による強度別ラミナ生産数の違い (L110はJAS規格で比較的強度が高い)

○林地残材の経済的集荷可能量評価

林地残材の集荷可能量を市町村別に評価し、全道で20~36万t/年であることを示した(図-5)。また、集材方法別の林地残材の発生量(残材率16~29%)を把握するとともに、運搬距離やチップー機の能力等に適したチップ化システムを提示した(表-1)。さらに、林地残材の経済性やエネルギー収支を主伐および間伐など作業方法別に明らかにした。

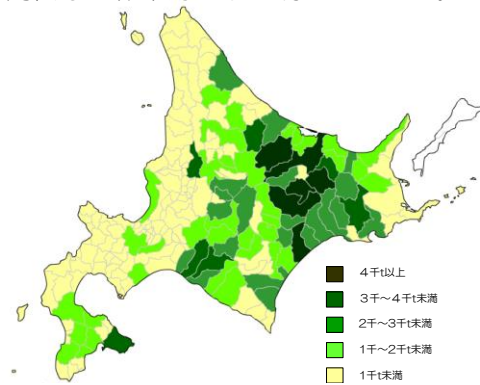


図-5 1年あたり市町村別林地残材集荷可能量(乾物基準含水率30%)

表-1 林地残材の集荷チップ化システムについて

	現地チップ化システム	工場チップ化システム	中間土場チップ化システム
概要	現地(山)でチップ化して工場に運ぶシステム	バイオマスをそのまま工場に運んだ後、チップ化するシステム	山から工場の途中にチップ化専用の中間土場をつくるシステム
長所	①枝条などのかさばる部位を効率的に運搬できる ②枝条が大量にある場合、運搬距離が長い場合に有利	①チップー機の重機運搬費が不要 ②安定した環境でチップー機を動かせるため、年間稼働率が高い	工場チップ化システムとほぼ同じ 低コストで貯蔵・乾燥がしやすい
短所	①チップー機の重機運搬費が必要 ②大型のチップー機には不向き=生産性が低い ③チップー機の年間稼働率が低くなりやすい	①枝条は運搬効率が悪い ②広範囲から大量にバイオマスを集める場合は、運搬費が割高になる傾向がある	①新たに用地が必要 ②施設の維持費が必要
目安	チップ生産性 4~8t/時間 年間の実施日数:70日~100日	チップ生産性 6~15t/時間 年間の実施日数:100日~200日	工場チップ化システムとほぼ同じ

○炭素固定能の高い木材生産システムの提案

カラマツ人工林施業において、炭素固定能の高いグイマツ雑種F<sub>1</sub>選抜家系を導入し、植栽密度の低減・伐期の短縮、林地残材の活用を進めることで重量ベースの収量が最大で1.6倍になる「炭素固定能の高い木材生産システム」を提案した。



■炭素固定能が最大20%高い家系を選抜



■植栽密度低減・伐期短縮で収量15%向上



■林地残材の集荷で収量20%向上

=収量1.6倍(重量ベース)

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・八坂通泰(2010)地球温暖化時代のカラマツ人工林施業. 山林7:48-51
- ・八坂通泰(2010)北海道版カラマツ人工林収穫予測ソフトのバージョンアップ. グリーントピックス43
- ・酒井明香・八坂通泰・渡辺一郎(2010)林地残材の現地チップ化システムの経済性・エネルギー収支比(EPR)の検討. 日本森林学会北海道支部会論文集59:91-94
- ・酒井明香(2010)皆伐跡地で林地残材を効率的に集める. 光珠内季報No.160:5-10
- ・安久津久ほか(2012)カラマツにおける間伐強度の違いが年輪構造や丸太のヤング係数に及ぼす影響. 木材学会誌58:249-259
- ・北海道庁水産林務部森林計画課カーボン・オフセット活用型森林づくり制度において二酸化炭素固定量の評価手法が採用された。
- ・2010年度までのグイマツ雑種F<sub>1</sub>に関するさし木増殖の成果を北海道庁水産林務部森林整備課が作成した「さし木増殖の手引き(2011年5月)」でとりまとめ普及を図っている。
- ・北海道庁水産林務部林業木材課「木質バイオマス大規模利用推進事業(H22-23)」において林地残材の経済的集荷可能量についてデータ提供を行うなど、関係諸機関と供給体制の構築に向け連携を図っている。
- ・八坂通泰ほか(2011)システム収穫表「北海道版カラマツ人工林収穫予測ソフト」の開発. 北海道林業試験場研究報告48:65-7
- ・八坂通泰(2013)グイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽. 全国林業改良普及協会(編)低コスト造林・育林技術最前線, pp.25-37.
- ・八坂通泰ほか(2013)無間伐施業によるバイオマス生産の可能性—グイマツ雑種F<sub>1</sub>植栽密度試験林の生育状況より—. 北森研61:63-66.
- ・古俣寛隆ほか(2013)林地残材を用いた発電のライフサイクルアセスメント—温室効果ガス排出量の削減に関する一考察—. 木材学会誌59:22-28.
- ・林野庁補助事業「先進林業機械改良・新作業システム開発事業」における作業システム導入支援事業検討委員会や「おくしり木質バイオマス利用推進協議会(H24)」「津別町木質バイオマス利用推進協議会(H23-24)」等において林地残材の経済的集荷可能量についてデータ提供を行うなど、関係諸機関と供給体制の構築に向け連携を図っている。
- ・パンフレット「森林バイオマスを活用するために」作成
- ・八坂通泰(2013)低密度植栽による炭素固定能と採算性の向上. 光珠内季報169:8-12.
- ・八坂通泰(2013)施業方法によって20%以上違う炭素固定能. グリーントピックス47
- ・八坂通泰(2013)カラマツ人工林の植栽密度と伐期の再考. 北方林業65:31-34.
- ・「第47回林業技術シンポジウム」において研究成果を発表した(H26.1.東京津田ホール)。
- ・「グイマツ雑種F<sub>1</sub>人工林施業実態調査報告書」(H25作成)において研究成果が活用された。(森林活用課美唄普及指導員室)
- ・「H25北海道の民有林における森林施業基準に関する技術検討会」に研究成果を提供しグイマツ雑種F<sub>1</sub>の標準伐期齢の変更に活用された。(森林計画課)
- ・研究成果は総合報告書とビジュアル資料に取りまとめるとともに、道総研フォーラム(H26.3.かでる)において発表。

# 道南スギ人工林収穫予測ソフトの開発

担当G：道南支場、森林資源部経営G

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し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

- ・全道431林分の道南スギ人工林データを元に、樹高成長曲線を決定し、これを地位指数曲線群（図-1）のガイドカーブとした。これにより各林分の地位指数の計算を行った。ガイドカーブを本州のスギと比較した結果、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た（図-2）。
- ・上記地位指数と林分の環境データによる解析を行い、市町村、林分の標高、および傾斜から地位指数を推定するモデルを作成しマップとして整理した（図-3）。

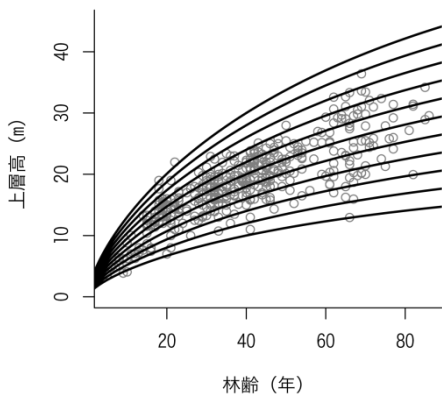


図-1 道南スギ人工林調査地のの上層高(白丸)と地位指数曲線群(実線)

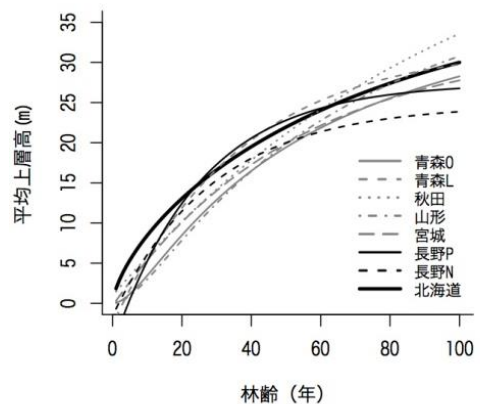
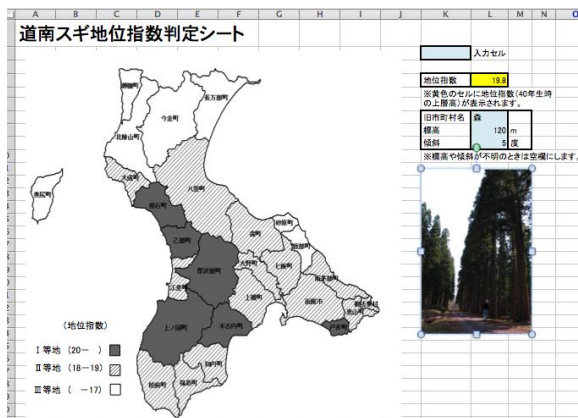


図-2 道南スギと東北・中部日本スギ林分の樹高曲線の比較(地位指数20)



脚注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。

図-3 道南スギ人工林の地位指数マップおよび地位指数判定シート  
市町村名と標高、傾斜から地位指数を計算し出力することができる。このマップと判定シートを収穫予測ソフトに組み込んでいる。

2 収穫予測ソフトの作成

- 道南スギ人工林の林分密度管理図(図-4)および収量-密度図作成に必要なモデル式のパラメータを決定した。
- 上記モデル式より、植栽本数などによる林分の連年成長量を推定した(図-5)。
- 上記モデル式を統合し、道南スギ人工林の収穫予測ソフト(バージョン1.0)を作成した(図-6)。

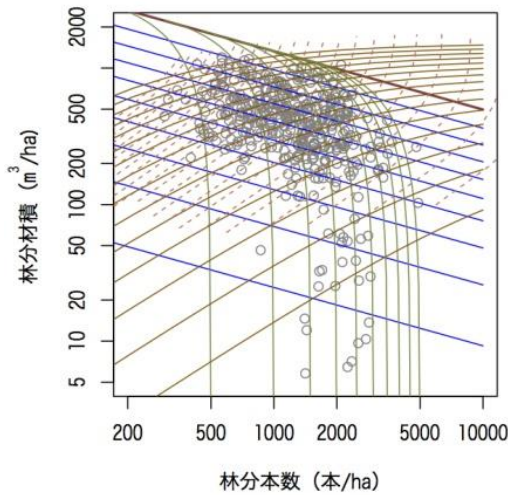


図-4 道南スギの林分密度管理図

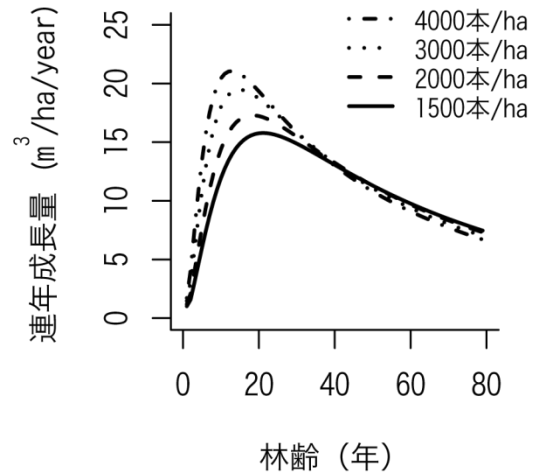


図-5 道南スギの連年成長量(地位指数20)

脚注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。収量-密度図では、胸高直径階ごとの立木本数も推定することができる。

立木データ			林分データ		推定地位指数	伐採データ					
胸高直径	なし		所有者名	杉 高太郎	樹高データ"あり"の場合出力します	初回間伐	11 年				
樹高	なし		地位指数	20		間伐回数	7 回				
入力方法	入力方法2		植栽本数	4000 本/ha							
直径階 cm	2		林齢	32 年							
			調査面積	0.02 ha							
※直径の大きい順に入力			直径階毎の本数がわかっているとき		※主伐の場合は100を入力		収穫予測				
直径と樹高,または直径のデータがあるとき			入力方法2		間伐スケジュール		平均				
入力方法1			胸高直径階		林齢		推定				
立木	胸高直径	樹高	cm以上	cm未満	本数	本数	間伐回	林齢	上層高	幹材積	
No.	cm	m			本数	年	全層	年	m	m³	
1	24	15	0	2		1		1	1.9	0.000	
51	16	11	100	102		51		51	22.7	0.568	
52	16	11	102	104		52		52	23.0	0.585	
53	12	11	104	106		53		53	23.2	0.602	
54	10	11	106	108		54		54	23.4	0.618	
55	10	11	108	110		55		55	23.6	0.635	
56	12	10	110	112		56		56	23.8	0.651	
57	12	10	112	114		57	30	8	57	24.0	0.667
58	12	10	114	116		58		58	24.2	0.689	

図-6 道南スギ収穫予測ソフト入力画面

様々な地位指数、植栽密度、間伐方法での収穫予測が行える。インターフェイスや作業内容はトドマツ版などと同じような装丁になっている。

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,ポスター発表

# 余暇活動の「市民権的見解」に基づく知的障害者のための森林活動の方策検討

担当G：道東支場

研究期間：平成23年度～25年度

区分：公募型研究

## 研究目的

知的障害者の森林での余暇活動の社会的定着のため、余暇活動の「市民権的見解」に立脚し、「コミュニケーション」、「知的障害者施設の実態」、「地域社会からの支援」の観点からのアプローチにより、福祉サイドや知的障害者に望ましい形の森林活動のあり方を検討・考察する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

北海道内の知的障害者施設

- 森林体験活動の企画立案と実践
- 活動のVTR撮影による映像・音声データ収集
- 施設職員への活動評価の依頼（質問紙）
- 地域で森林の福祉的利用に取り組む機関・関係者への聞き取り調査

## 研究成果

（1）知的障害者のコミュニケーションの実態把握と評価

○撮影映像から参加者のコミュニケーションを抽出し、統計手法によって3つの評価軸を抽出した（1軸：コミュニケーション手段（言語的—非言語的）、活動参加への態度（能動的—受動的）、課題解決への姿勢（課題解決—緊張緩和））。1、2軸で構成する座標上にカテゴリースコアを布置したところ、言葉の少ない人は、「職員からの指示に従って行動する」、「非言語的手段で伝える」、「自発的行動」が多く、言葉の多い人は「意見・意志を伝える」、「指示を仰ぐ」、「言語で伝える」が多かった（図1）。

○森林活動時における知的障害者とのコミュニケーションの留意点を明らかにするため、健常の児童生徒と知的障害者のコミュニケーションを分析・比較した。児童生徒は指導者から提示された課題の解決に関連したコミュニケーション（意見・意志を伝える、質問をする等）が主体であったが、障害者はこれに加えて、その他（冗談・笑い・挨拶等：社会的・情緒的領域に係るコミュニケーション）が多かった（図2）。

○森林活動では「言葉を用いる能力」の発達状況に応じた対応が求められる。言葉の多い人たちについては、言語によるやりとりが可能であるが、言葉の少ない人たちについては、非言語的手段による意思伝達が主体である一方、理解が及んでいる事柄に関しては自発的に行動して取り組む姿勢も見られる。また、健常者との比較で見出された、社会的・情緒的領域に係るコミュニケーションは、参加者間の人間関係の円滑化や連帯感の醸成に有用であり、活動指導者もこうした点に留意した働きかけが求められる。

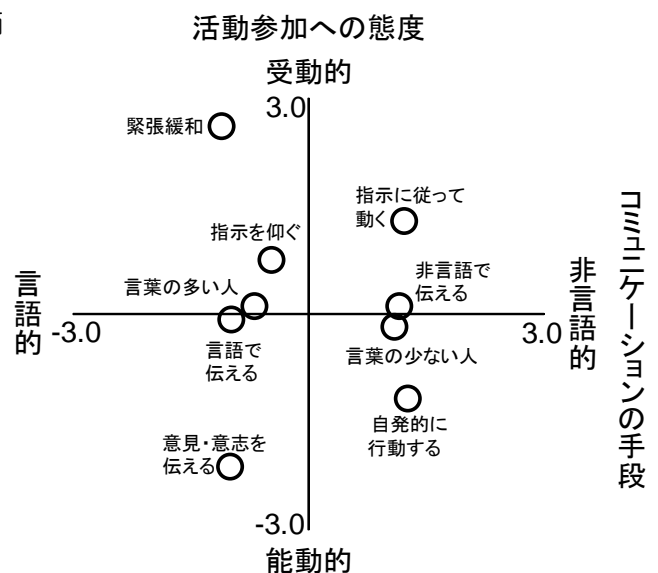


図1 言語表出能力とコミュニケーション（数量化Ⅲ類）

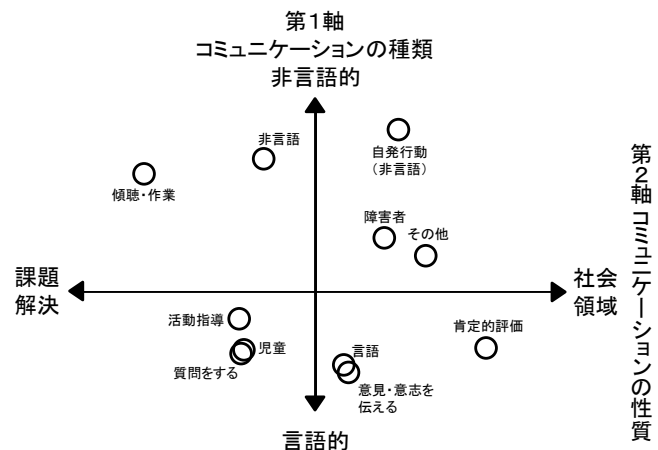


図2 健常者との比較（対応分析）

（2）施設状況に応じた森林活動の試行と評価

○活動への職員の評価結果に統計手法を適用し、統計手法によって5つの評価基準を抽出した（因子1：楽しさ、因子2：障害の重い人への対応、因子3：事前の準備、因子4：新しい体験、因子5：動植物にふれあう場面）。これらのうち、楽しさ・障害の重い人への対応は寄与率が高く、施設職員が森林活動の良否を判断する上で重要性が高い基準と考えられる。

○上記分析から導出した、実施活動の因子得点と各活動の実施条件（テーマ・実施場所・参加形態・移動・要求動作・器材・動植物：7アイテム15カテゴリ）に統計手法を適用し、特に、障害の重い人たちの参加を容易にする条件を推測した（図3）。

○当該条件として、テーマ（散策型の活動）、参加形態（グループでの参加）、移動（移動が無いこと）、要求動作（歩く・探す・拾う等の基本的動作が主体であること）等が障害の重い人たちの参加の容易性と関連性が高いことが見出された。

○自由記載をテキストマイニングによってとりまとめたところ、施設職員の意見は、①活動への感想や利用者の様子、②障害の重い人たちへの配慮の必要性、③雨天による活動中止時への感想に分類された（図4）。これらのうち、障害の重い人たちへの配慮に関する記述では、内容として、活動前日の天候とフィールド状況との関連性、当日の各利用者の体調、教材準備（量的側面）、森林活動の計画性（活動に要する時間）が見られた。

○本項目で得られた知見に基づき、重い障害者の支援を目的に一定周波数で電波を発する送信機の試作と探索型の森林活動の試行をはじめ、既往の取り組みで実施してきたプログラムや提示教材の改善に取り組んだ。

（3）森林活動支援者の育成条件の探索

○福祉機関との連携により、障害者等への森林体験活動を実施している機関を対象に、活動状況や課題に関する聞き取りを行った。活動の充実には、福祉関係者や参加者との情報交換による森林活動へのニーズ（障害状況に応じた内容設定等）の収集が重要と考えられた。また、成人の障害者を対象とした施設のみならず、特別支援教育の現場からの森林体験への要望も高かったことから、森林林業関係者・特別支援教育の連携による活動展開も、今後、必要性が高まると考えられた。

難しい ← 重度者の参加 → 易しい

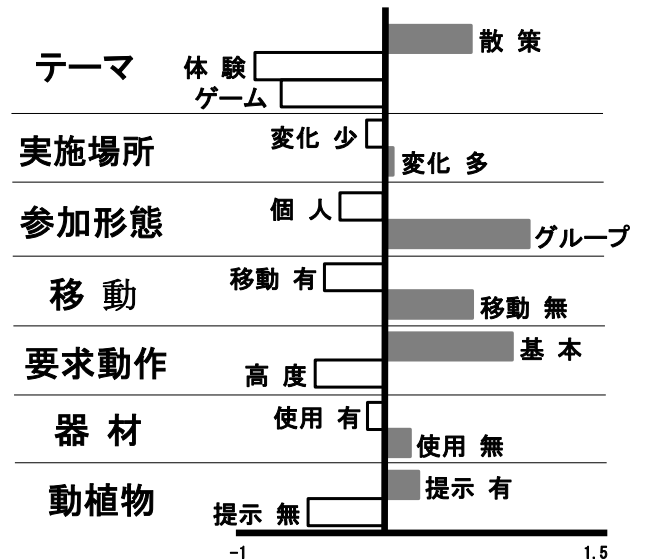


図3 重度者の参加の容易さと活動条件（数量化Ⅰ類：決定係数0.527）

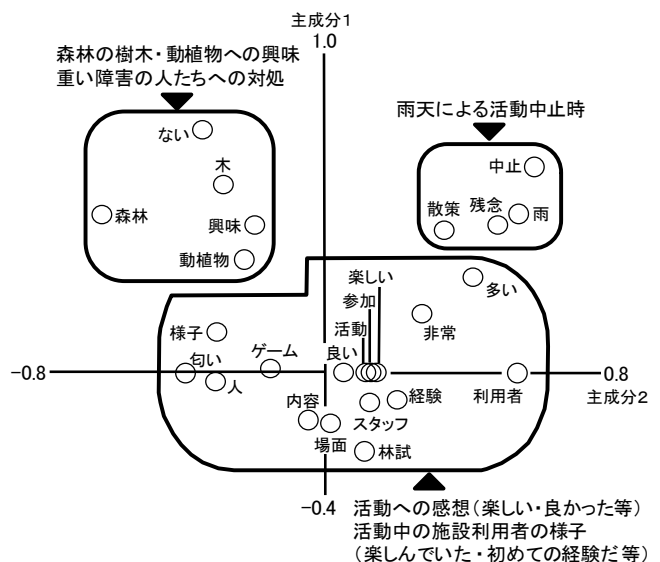


図4 自由記載の分析結果（テキストマイニング・主成分分析・クラスター分析）

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- 佐藤孝弘, 棚橋生子 (2012) 知的障害者のための森林活動の実践と活動支援のための機器開発. 社団法人電子情報通信学会, 信学技報 (福祉工学研究会 1月研究会).
- 佐藤孝弘, 棚橋生子 (2012) 知的障害者の森林活動に求められる配慮事項 -参加者のコミュニケーションの類型化から考える-, 第123回森林学会学術講演集
- 佐藤孝弘, 比屋根哲 (2012) 森林を活用した余暇活動に対する障害者施設の意識 -北海道の障害者施設を対象としたアンケート調査から-, 日林誌94(2):59-67.
- 佐藤孝弘, 菅野正人, 棚橋生子 (2013) 簡易FOX送信機の作成と知的障害者の森林活動への利用 -電波探知を取り入れた森林での探索型活動の実践- 社団法人電子情報通信学会, 信学技報 (2013福祉工学研究会 2月研究会).
- 佐藤孝弘, 棚橋生子 (2013) 知的障害者との森林体験活動の企画・立案に求められる条件 -障害者施設での実践への施設職員からの評価を基に-, 第123回森林学会学術講演集

# 人工林における針葉樹天然更新技術の提案

担当G：道東支場、森林資源部経営G

協力機関、研究機関：三菱マテリアル不動産、九州大学、北海道森林管理局、北海道

研究期間：平成22年度～25年度 区分：経常研究

## 研究目的

天然更新したカラマツ林の現状と成長を把握して保育の必要性について検討するとともに、地位と成長の関係を解析する。トドマツについては、林内における成長に与える光条件をトドマツ植栽木と植栽木疎開後の大型草本の影響とともに調査し、トドマツの成長が期待できる植栽木の管理と草本との競争緩和の方法について検討する。これらの調査結果と既存の知見をもとにカラマツおよびトドマツの天然更新技術の提案を行う。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地や材料について

- ・調査地1:表-1に示す道内各地(カラマツ)
- ・調査地2:東神楽町(カラマツ)
- ・調査地3:道有林上川南部管理区1林班(カラマツ)
- ・調査地4:道有林空知管理区72林班(トドマツ)

調査項目や分析方法について

- ・調査地1 カラマツの天然更新地での毎木調査
- ・調査地2 表土除去区と草刈地拵区での成長比較
- ・調査地3 稚樹の樹高と枯死原因の調査
- ・調査地4 稚樹の樹高と樹種の調査、相対照度調査

## 研究成果

表-1 道内のカラマツ天然更新地の2010～2013年における現況

場所	主たる更新年	施業/立地	密度 本/ha (内カラマツ)	材積 m <sup>3</sup> /ha (内カラマツ)	カラマツのRy	現況の判定
津別町道有林113-54	1981年	列状間伐・表土除去	----	----	----	他種植栽，経緯不明
新得町国有林1040-る	1986年	土場跡	----	----	----	他種植栽，経緯不明
美瑛町民有林132-100	1980年	表土除去	----	----	----	他種植栽，経緯不明
森町民有林137-3	1975年	表土除去/スギ造林地	2,075 ( 225)	594.0 (168.4)	0.44	スギ人工林上部に混交
森町民有林33-14	1984年	表土除去/カラマツ造林地	800 ( 800)	359.2 (359.2)	0.88	カラマツ人工林に混交
足寄町国有林317-れ	2004年	表土除去	不明	不明	不明	カラマツ幼齡林
足寄町国有林302-に	2001年	表土除去	----	----	----	消失後他種植栽
足寄町演習林2-と	2004年	階段状表土除去	8,800 ( 0)	0.0 ( 0.0)	0.00	消失後広葉樹林化
津別町道有林145-55	1981年	列状間伐・表土除去	----	----	----	消失
興部町道有林19-52	1983年	表土除去	1,621 ( 0)	113.7 ( 0.0)	0.00	広葉樹林化
伊達市国有林-2403ヲ	1979年	火山灰堆積・治山施設	2,800 ( 500)	238.2 ( 53.7)	0.34	広葉樹優占の混交林
足寄町演習林2-ち	2004年	表土除去	25,600 (16,000)	60.0 ( 29.0)	0.85	広葉樹優占の混交林
伊達市国有林-2404ホ①	1979年	火山灰堆積・林縁裸地	1,900 ( 600)	229.6 (119.9)	0.53	広葉樹との混交林
札幌市宅地造成跡地	1986年	表土除去・整地	4,525 ( 1,625)	161.0 ( 72.1)	0.61	広葉樹との混交林
伊達市国有林-2404ホ②	1979年	火山灰堆積・治山施設	3,200 ( 1,100)	292.5 (222.1)	0.80	カラマツ優占の混交林
豊頃町道有林202-53	1987年	表土除去	2,400 ( 2,200)	259.4 (240.6)	0.96	カラマツ林成林
厚真町宅地造成跡地	1986年	表土除去・整地	1,075 ( 1,025)	204.6 (201.2)	0.76	カラマツ林成林
上富良野町農地法面	1991年	農地法面造成	1,872 ( 1,167)	145.3 (131.3)	0.77	カラマツ林成林
釧路市民有林1141-101	1984年	耕作放棄地	900 ( 855)	146.5 (139.5)	0.70	カラマツ林成林
斜里町民有林19-29	1982年	耕作放棄地	2,261 ( 929)	319.2 (262.4)	0.85	カラマツ林成林
小樽市国有林4149-ろ	1947年	耕作放棄地	725 ( 525)	473.2 (469.2)	0.83	カラマツ林成林

道内のカラマツの天然更新地の現況を調査した。表-1の上から順に、経緯不明の他種植栽が3箇所、造林樹種との混交が2箇所、幼齡林が1箇所、表土除去の厚さや幅が不足して消失が3箇所あり、これらは成林しているかどうかの判断には適していなかった。残りの12箇所中、広葉樹林化が1カ所、広葉樹が優占する混交林が2カ所、カラマツと広葉樹の混交林が2カ所、カラマツが優占する混交林が1カ所、カラマツ林成林が6カ所であり、全体での成林の比率は12箇所中6箇所の50%、林地に限ると8箇所中2箇所の25%であった。カラマツが天然更新しても広葉樹林化や広葉樹と混交林化する可能性が高く、広葉樹林化、混交林化する原因の解明とその対策が必要である（表-1）。



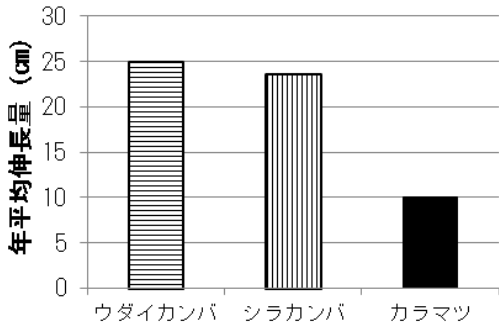


図-1 各樹種の2004～2011年の年平均生長量

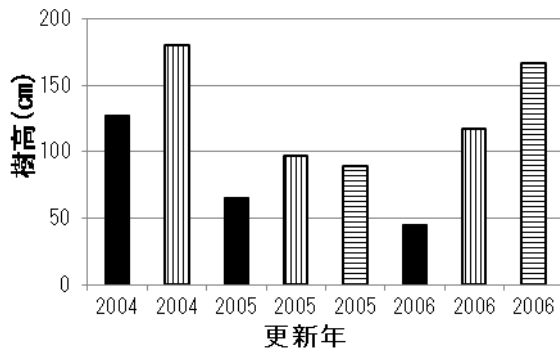


図-2 樹種別，更新年別の2011年の樹高の例  
黒塗りはカラマツ，縦縞はシラカンバ，横縞はウダイカンバ

上川南部管理区1林班では、カンバ類のほうがカラマツよりも平均成長量が大いいため（図-1）、カンバ類にカラマツが被圧されていた（図-2）。



上川町とその周辺市町村では2011年秋にエゾヤチネズミが大発生し、カラマツの大きな稚樹が食害を受けてほとんど枯損したが、広葉樹の稚樹の被害はなかった（写真-1）。

写真-1 野鼠害で枯れたカラマツ

カラマツの天然更新地が広葉樹林化、混交林化するの、カンバ類のほうが成長が速く野鼠害も受けにくいからと考えられた。カラマツの天然更新施業を成功させるためには、カラマツ林の皆伐時に保残するカラマツ母樹林内の広葉樹も収穫して広葉樹の種子散布を減らすことや、カラマツの天然更新地でもカラマツ人工林と同様に野鼠の防除を行うことが必要である。

カラマツの初期成長については、表土除去による影響は見られなかった。

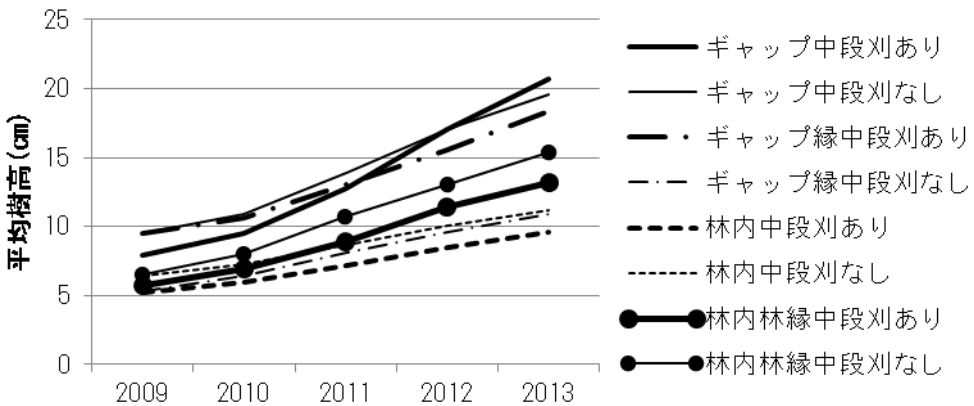


図-3 トドマツ人工林におけるトドマツ稚樹の平均樹高の推移

トドマツ林における小規模群状択伐によって、2.5mの高さでの明るさは増加するが、その結果草本が繁茂するため、稚樹の高さ（5～30cm）での明るさは変わらなかった。しかし中段刈りをする事で小規模群状択伐地で稚樹に到達する光は大きく増加した。このため、ギャップで中段刈りがあるところでトドマツ稚樹の平均樹高が大きく増加した（図-3）。トドマツ人工林内に天然更新したトドマツ稚樹の成長を促すためには、小規模群状択伐（0.01ha以下）と下層植生の中段刈りが有効と考えられた。

## 研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- ・中川昌彦ら（2012）カラマツの天然更新施業のための表土除去が樹木の成長に与える影響。北森研 60: 117-119
- ・中川昌彦（2013）カラマツの天然更新地はどうなった？ グリーンボックス47:2
- ・中川昌彦（2013）カラマツの天然更新地について。平成25年度富山県林業グループ林業先進地視察研修会
- ・中川昌彦（2013）カラマツの天然更新地は、なぜ広葉樹林化するのか。第62回北方森林学会大会ポスター発表
- ・中川昌彦（2014）カラマツの天然更新施業を成功させるためには？ 平成25年度北の国・森林づくり技術交流発表会発表集 144-148pp.
- ・中川昌彦（2014）過去に報告された道内のカラマツ天然更新地の現況。北林試研報 51:13-30
- ・中川昌彦（2014）カラマツの天然更新施業を成功させるためには？ 光珠内季報 172
- ・中川昌彦（2014）カラマツの天然更新地はどうなった？ 光珠内季報 印刷中

# 集材方法と地形条件を考慮した 森林作業道適正配置パターンの提案

担当G：道北支場

協力機関：中川町

研究期間：平成24年度～26年度

区分：経常研究

## 研究目的

北海道の地形条件において、集材方法と作業道配置について経営的・土木的なコスト面から評価し類型化することにより、今後の森林作業道整備における適正な配置パターンを提示する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地

中川町豊里8林班35小班

調査方法

道路の維持管理の調査

## 研究成果

### ■ 適正配置に必要な数値について

#### 1. 傾斜や幅員に応じた地盤から路面までの深さ

土工横断面図（図-1）より、路線と直交する一様な山腹傾斜角  $\alpha_i$  (°)、幅員  $W$  (m)、道路中心線の鉛直上における原地盤高から路面高を差し引いた値（地盤から路面までの深さ） $S_i$  (m) から、山側の切土高  $H_i$  (m) および土量を求めた。ただし、切取法面勾配1:0.6、盛土法面勾配1:1.2、盛土不適土厚0.1m、土量変化率0.9とする。

例えば、 $W=3.0$ mのとき（図-2）、 $\alpha_i=20^\circ$  では、 $H_i \leq 1.5$ m となり、かつ余剰度が生じる  $S_i$  の範囲は、 $0.17\text{m} \leq S_i \leq 0.62\text{m}$  となる。すなわち、このときの  $S_i$  (m) は、耐久性の高い（維持管理費の少ない）森林作業道を作設するために不可欠な値である。なお、 $27^\circ < \alpha_i$  では、縦断流用土を用いないものとする、盛土量縮減のための構造物が常に必要となる。

#### 2. 森林作業道の維持管理費

持続的な（長期的な）林業経営では、維持管理1回当たり単位距離当たりの費用OK（円/回/m）は、

$$Ok = Tm_1 \cdot q$$

と同程度とみなすことができることを明らかにした。

ただし、 $Tm_1$ ：1回目の集材後における補修1回当たり単位距離当たりの作業時間（時/回/m）、 $q$ ：単位時間当たりの施工費（円/時）。

中川町豊里8林班35小班における調査の結果、 $W=3.0$ mのとき、 $Tm_1=0.004$ 時/回/mであった。このとき、 $q=7000$ 円/時（山積0.45 $\text{m}^3$ バックホウ）ではOK=28円/回/mとなる。

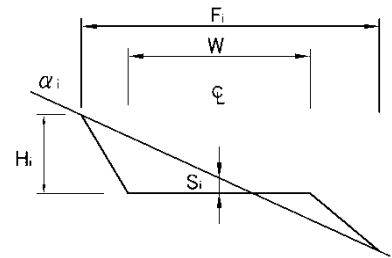


図-1 土工横断面図

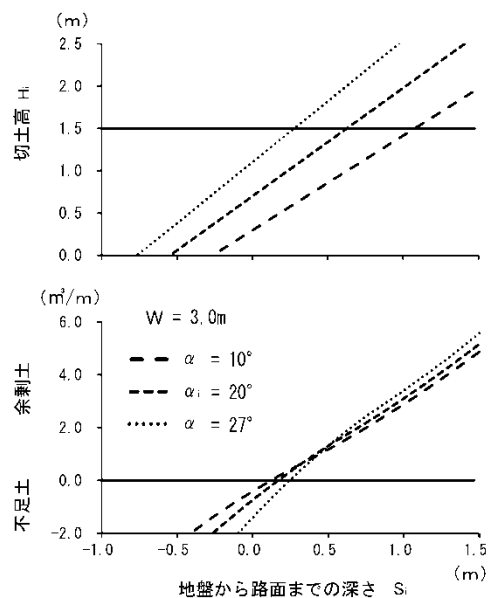


図-2 地盤から路面までの深さと横断面形状との関係（ $W=3.0$ mのとき）

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・蓮井聡（2014）緩中傾斜地における森林作業道の維持管理費，第62回北方森林学会