

## 成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発

担当G：森林経営部経営G、保護種苗部育種育苗G

共同研究機関（協力機関）：森林総合研究所（主管）、三井物産フォレスト（株）、  
（北海道水産林務部）

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：公募型研究

### 研究目的

カラマツ類の優良育種苗（エリートツリー）に対応した植栽・保育技術を開発するため、エリートツリーの成長と競合植生、立地環境との関係などを調査し、植栽密度や下刈りスケジュールなどの施業モデルを環境条件に応じて提案する。

### 研究方法(調査地概要や調査方法)

育苗試験：林業試験場構内  
調査地（多地点調査）：渡島、檜山、空知、十勝管内の1齢級のカラマツ類造林地（60箇所）

育苗試験：クリーンラーチに対するグルタチオン等の施用試験（追試）  
多地点調査：カラマツ類植栽木の生残と樹高測定、および競合植生の高さ測定

### 研究成果

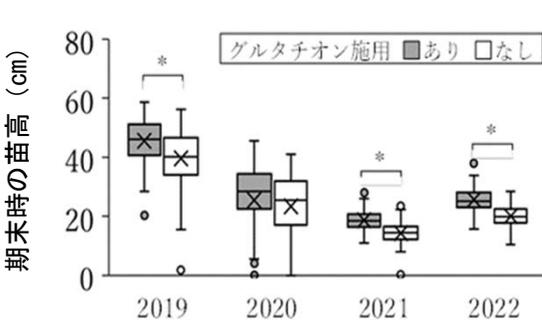


図-1 クリーンラーチ1年生コンテナ苗に対するグルタチオン施用の効果

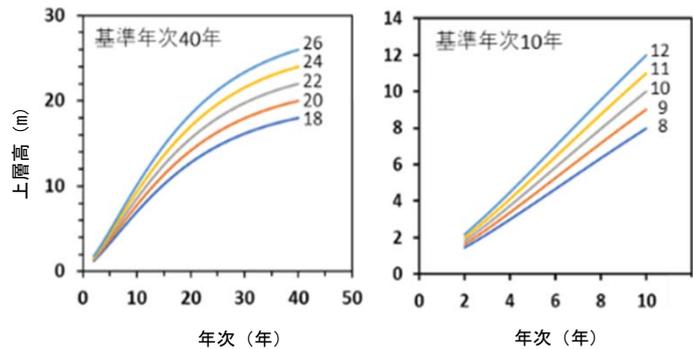


図-2 基準年次を40年、10年とするクリーンラーチの地位指数曲線群

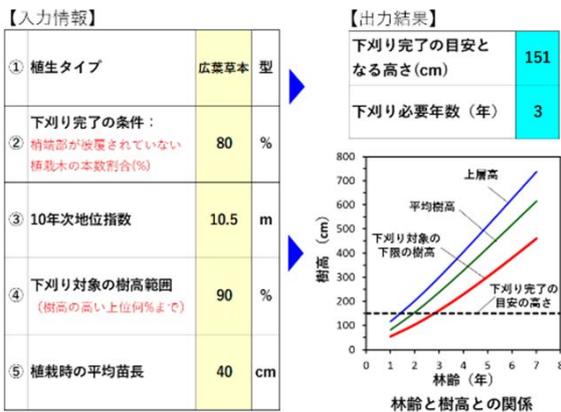


図-3 下刈り支援ツールの画面

クリーンラーチ1年生コンテナ苗に対するグルタチオン施用試験では、実施した4回のうち3回で苗高や地際径が有意に大きく（図-1）、成長促進効果が確認された。

下刈りスケジュールを立案するためのツールをクリーンラーチ向けに構築した。①クリーンラーチの樹高成長曲線（図-2）、②2齢級までの樹高分布推定モデル、③下刈り完了の目安となる樹高を表示するためのモデルを作成し、これらの結果を用いて下刈り完了時期を判断するための支援ツールを構築した（図-3）。

### 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・大野泰之、原山尚徳（2022）日本の林木育種の過去・現在・未来：（1）カラマツ-8 植栽苗の生存率と成長特性から見たクリーンラーチの造林・育林方法、森林遺伝育種 11：130-134
- ・大野泰之（2022）クリーンラーチを使うとカラマツよりも下刈り期間を短縮できるか？-育林コストの低減も見据えて-、北海道の林木育種 65：5-9

# 新たな付加価値を含めた木材利用を考慮した 広葉樹の育成技術

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：北海道大学（主管）、林産試験場

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：公募型研究

## 研究目的

カンバ林を対象に成長・形状に対する保育作業（除・間伐）の効果を林分の発達段階ごとに明らかにするとともに、カンバ類の材質と立木の径級・形状・生育環境との関係から明らかにすることを目的とする。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

### 調査地概要

#### 間伐の影響

- ・調査地：幌加内町などの天然生カンバ二次林
- ・林 齢：6～60年生

#### 材質

- ・調査地：幌加内町の天然生カンバ二次林
- ・林 齢：70年生

### 方法

- ・間伐の影響：毎木調査（胸高直径、樹高、枝下高）
- ・材 質：毎木調査（胸高直径、樹高、枝下高）  
立木位置、偽心の大きさ

## 研究成果

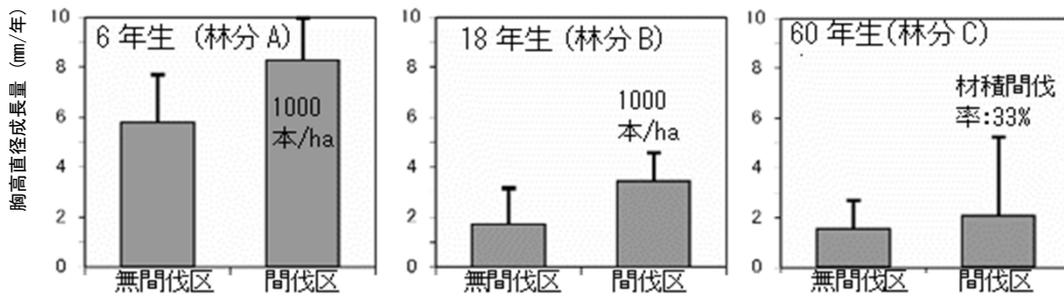


図-1 カンバ二次林の胸高直径成長量  
図中の林齢は初回間伐が行われた時期を示す。

6年生、18年生、60年生の時点で初回間伐が行われたカンバ二次林を調査し、その後の肥大成長量を無間伐区とそれぞれ比較した（図-2）。6年生の無間伐区林分では肥大成長量が他の林齢に比べて大きく、間伐区ではさらに成長が好転した。林齢が高くなるほど成長に対する間伐の効果が小さく、樹高成長が旺盛な若齢時ほど間伐の効果が表れやすいと推察された。

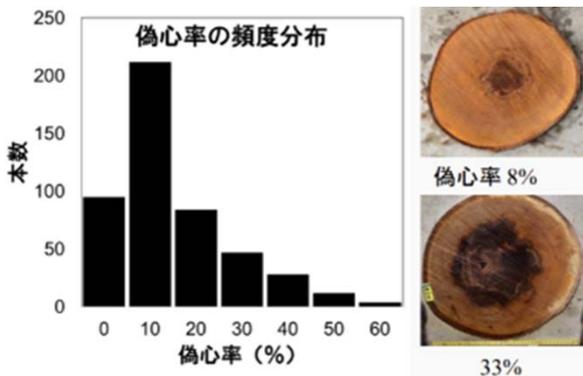


図-2 シラカンバの木口断面における偽心率の頻度分布

樹齢約70年生のシラカンバ（482本）を対象に偽心率（木口の断面積に占める偽心の割合、図-2）を算出した。同齢林であっても偽心率の大きさには個体間で大きなばらつきがみとめられた。偽心率に与える要因を樹木のサイズや形状、立地環境要因との関係から解析した。偽心率には樹形や微地形が関係することが示唆された。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

# トドマツ人工林の連年成長量予測モデルの開発

担当G：森林経営部経営G

協力機関：北海道水産林務部林務局森林計画課他

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：経常研究

## 研究目的

林分の属性や環境条件からトドマツの連年成長量を予測するための式を構築し、森林簿の作成に用いられている、材積や樹高テーブルなど管理表の改訂等に向けた基礎データを提示する。

## 研究方法

全道多点データ：道水産林務部、林野庁主管  
 2220林分：うち2回繰り返し調査を実施した林分は329林分  
 検証用データ：解析結果の検証用25林分

全道多点データ  
 1871林分：非線形回帰モデルによる林齢-材積の関係構築  
 329林分：機械学習を用いた、環境要因による年当たり連年成長量予測の検討  
 検証用データ：毎木調査（直径及び樹高）

## 研究成果

### ■成長予測式の構築および管理表改訂への提言

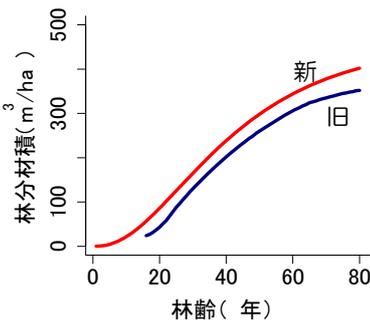


図-1 高齢級データにより改善された林齢-林分材積関係（赤線）と旧版（青線）との比較

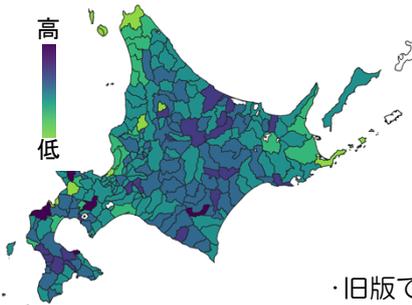


図-2 新しい材積成長量の市町村区分

| 林分 | 材積 |    | 成長量 |        | 成長率 |    | 平均樹高 |     | 林分  | 材積 |   | 成長量  |   | 成長 |
|----|----|----|-----|--------|-----|----|------|-----|-----|----|---|------|---|----|
|    | 現行 | 新  | 現行  | 新      | 現行  | 新  | 現行   | 新   |     | 現行 | 新 | 現行   | 新 |    |
| 1  | 0  | 0  | 0   | 554.8% | 0   | 0  | 85   | 315 | 348 | 1  | 0 | 0.4% |   |    |
| 2  | 0  | 1  | 1   | 100.0% | 0   | 0  | 86   | 316 | 347 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 3  | 0  | 1  | 1   | 100.0% | 0   | 0  | 87   | 316 | 349 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 4  | 2  | 1  | 1   | 50.0%  | 1   | 0  | 88   | 317 | 350 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 5  | 3  | 2  | 2   | 66.7%  | 1   | 0  | 89   | 317 | 352 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 6  | 4  | 3  | 3   | 75.0%  | 1   | 0  | 90   | 317 | 353 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 7  | 4  | 3  | 3   | 75.0%  | 1   | 0  | 91   | 318 | 354 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 8  | 4  | 3  | 3   | 75.0%  | 1   | 0  | 92   | 318 | 355 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 9  | 12 | 12 | 3   | 25.0%  | 2   | 2  | 93   | 319 | 357 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 10 | 15 | 15 | 4   | 26.7%  | 3   | 3  | 95   | 319 | 359 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 11 | 19 | 19 | 4   | 21.1%  | 3   | 3  | 96   | 319 | 360 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 12 | 23 | 23 | 4   | 17.4%  | 3   | 3  | 97   | 319 | 361 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 13 | 27 | 27 | 5   | 18.5%  | 4   | 4  | 98   | 320 | 362 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 14 | 34 | 34 | 5   | 15.0%  | 4   | 4  | 99   | 320 | 363 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 15 | 37 | 37 | 5   | 13.5%  | 4   | 4  | 100  | 320 | 364 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 16 | 10 | 42 | 2   | 15.0%  | 11  | 11 | 101  | 320 | 365 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 17 | 12 | 41 | 2   | 15.0%  | 12  | 12 | 102  | 321 | 366 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 18 | 14 | 51 | 2   | 15.0%  | 11  | 11 | 103  | 322 | 367 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |
| 19 | 16 | 59 | 2   | 15.0%  | 10  | 10 | 104  | 323 | 368 | 1  | 0 | 0.2% |   |    |

図-3 改正されたトドマツ林分材積テーブル（赤文字：改正箇所）

・旧版では50年以上の林分材積は、成長量予測式を外挿により求めていたが、高齢級地点数を増やしたデータセットにより解析し、80年生までの実測値による推定式を得た（図-1）。

・各市町村（2000年以前の区分）で、平均的な成長量の区分を提示した（図-2）。

・本成果は、北海道水産林務部において改正されたトドマツ地位級テーブル及び林分材積テーブルに反映された（図-3）。

・繰り返し調査データ（329林分）より計算した連年成長量（m<sup>3</sup>/ha/年）について、環境要因による影響を解析した。

・林齢といった期首の林分状況のほか、海岸線からの距離や積雪深、温量指数\*などの影響が大きかった。

・全道10kmメッシュレベルで、連年成長量の地域的な差を示すことができた（図-4）。

### ■環境要因等に基づく成長予測式の構築及び精度検証

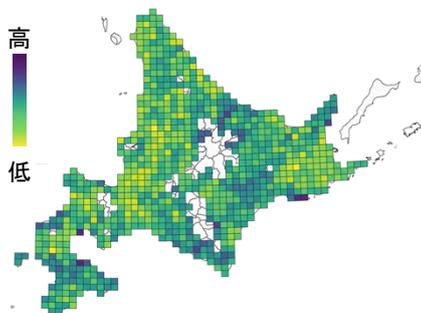


図-4 繰り返し調査データと環境要因による解析結果から試算した40年次当年の成長量予測（10kmメッシュ；標高700m以下について表示）

\*温量指数 月の平均気温が5℃を越える月を植物が生育できる期間とし、月平均気温が5℃を越す月の平均気温から5℃をいた値を加算して求められる。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

# 北欧をモデルにした北海道十勝型機械化林業経営のための 実証試験

担当G：森林経営部経営G、道東支場

協力機関：(有)大坂林業、(株)渡邊組、(有)サンエイ緑化、(国研)森林総合研究所、  
(株)フォテク、KITARINラボ、(株)サトウ、大澤木材(株)

研究期間：令和4年度～令和5年度 区分：公募型研究

## 研究目的

作業計画から素材生産、流通、再造林、保育に至る、新技術を導入した安全で収益性の高い作業システムについて、北欧をモデルに地形や気候などに類似点が多い十勝地方を対象に構築する事業においてICTハーベスタデータによる生産管理や植栽位置情報を活用した保育作業の実証試験を行い、省力化効果を検証する。

## 研究方法

1) ICTハーベスタデータの生産管理への活用方法の検討

ICTハーベスタによる造材量管理手法を検証する。  
取得された造材データを山側と製材所側で活用する際の課題を検討する。  
調査地：幕別町忠類、足寄町

2) 植栽位置情報を活用した保育作業の省力化の検討  
植栽計画時もしくは植栽時に生成された植栽位置情報の精度を検証すると共に下刈り作業への省力化効果を検証する。

調査地：陸別町

作業機：山もっとモット

## 研究成果

1) ICTハーベスタデータの生産管理への活用方法の検討

幕別町忠類において、11/28～12/1および1/16～26の日程で、ハーベスタ・フォワーダ作業システムによる造材作業を行った。ICTハーベスタの指定した生産数に達するとオペレータに通知するリミテーション機能を使い、あらかじめ設定した生産量(3.65m材50m<sup>3</sup>)を4セットに分けて正確に生産した。次に、3.65m材のみをフォワーダ集材した。

その後、1月下旬～2月上旬に、足寄町にある丸太自動選木機において、直径などを計測した。丸太自動選木機から得られたデータとハーベスタによる機械検知データの差について、t検定の結果、統計的有意差は認められなかった(表-1)。

他方、カラーマーキングについては、山での作業時では問題なかったが、工場土場での保管中にかなり退色し、識別に耐えられるのは1～2ヶ月ほどと思われた。

2) 植栽位置情報を活用した保育作業の省力化の検討

(株)フォテクが開発中の植栽位置誘導システムを応用し、乗用型刈払機(山もっとモット)を誘導するシステムを開発した(写真-1)。この位置誘導装置を用いて、10/31～11/1に陸別町にて、植栽後の列間に当たる伐根だけを地拵え時に切削する試験を実施した。植栽列間終端部での「切り返し」のところで誘導装置の方向指示が上手く伝わらず若干時間を要した部分があったが、地拵え作業工期は0.047ha/時となり、昨年度に喜茂別町で実施した地拵え(位置誘導は無し)の工期0.040ha/時とほぼ変わらない結果を得る事ができた。

来年度は、植栽後に位置誘導による伐根処理を含む下刈りを行い、今年度の結果と比較検証する。

表-1 ハーベスタおよび自動選木機の測定結果の比較(平均材積)

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| ハーベスタ検知 | 0.170 m <sup>3</sup> /本 |
| 自動選木機検知 | 0.171 m <sup>3</sup> /本 |
| P値      | 0.879                   |



写真-1 山もっとモットに取り付けられた位置誘導装置(タブレットのモニターに進行方向が表示される)

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

山田健・古家直行・佐々木達也・渡辺一郎・渡邊裕哉・小玉哲大(2023) 海外製自動植付機の作業性能。第134回日本森林学会大会

# 衛星画像を用いた北海道全域の天然林資源情報把握手法の開発

担当G：森林経営部経営G、道北支場

協力機関：北海道水産林務部林務局森林計画課・森林環境局道有林課、  
北海道大学地球環境科学研究所、千葉大学園芸学研究科

研究期間：平成4年度～令和7年度 区分：経常研究

## 研究目的

天然林資源を持続的に利用し、事業として成り立たせるには、なにが・どこに・どれくらいあるか、即ち資源空間分布の情報基盤が整備されている必要がある。しかし、情報基盤を担う森林簿では、天然林の情報は不足しており、天然林の資源情報を空間的に把握するための技術開発が関連機関より求められている。本課題では森林簿など情報基盤への天然林資源情報の付与のため、衛星画像から得られる反射特性などから、道内全域の天然林をメッシュ単位でいずれかのタイプに分類するための手法を開発するとともに、林分材積を推定する手法を検討する。

## 研究方法

北海道全域で約1200箇所設定（各0.1 ha）された、生物多様性基礎調査（林野庁）のデータより、林分間の比類似度を基にしたクラスター分析を行い、衛星画像によるタイプ分類に用いるための教師データを整備した。また、衛星画像の前処理として、教師なし分類を用いた教師データの補完方法について検討した。

## 研究成果

○クラスター分析をもとに22個の種組成タイプに類型化した場合（表-1）、北海道の天然生林で確認される種組成タイプ、例えばトドマツやアカエゾマツなどの常緑針葉樹林やミズナラ、シナノキ、イタヤカエデ、ブナ、カンバなどの広葉樹林、針広混交林の他、ヤナギ林やヤチダモ林などが検出された。

○教師データの中心の点から周囲250 mの範囲を対象に光学衛星画像データの教師なし分類を行った。教師データと同一の種組成タイプと推測される林分の空間分布（図-1）を把握することができた。

表-1 クラスター分析をもとに22個の種組成タイプに類型化した場合の優占種

| ID | 第1     | 第2     |
|----|--------|--------|
|    | 優占種    | 優占種    |
| 1  | トドマツ*  | ミズナラ   |
| 2  | エゾマツ   | トドマツ   |
| 3  | トドマツ   | シナノキ   |
| 4  | トドマツ   | ミズナラ   |
| 5  | トドマツ   | ダケカンバ  |
| 6  | ダケカンバ* | カエデ類   |
| 7  | ダケカンバ  | エゾマツ   |
| 8  | ミズナラ*  | イタヤカエデ |
| 9  | ミズナラ   | イタヤカエデ |
| 10 | ブナ     | イタヤカエデ |
| 11 | ハンノキ類  | ヤナギ類   |
| 12 | ハルニレ   | ハンノキ類  |
| 13 | シナノキ   | イタヤカエデ |
| 14 | アカエゾマツ | トドマツ   |
| 15 | イタヤカエデ | シナノキ   |
| 16 | カンバ    | ミズナラ   |
| 17 | シラカンバ  | ミズナラ   |
| 18 | ヤナギ類   | ハンノキ類  |
| 19 | オヒョウ   | ハンノキ類  |
| 20 | ヤチダモ   | イタヤカエデ |
| 21 | ウダイカンバ | イタヤカエデ |
| 22 | イタヤカエデ | ミズナラ   |

\*：純林状を呈した林分を示す。

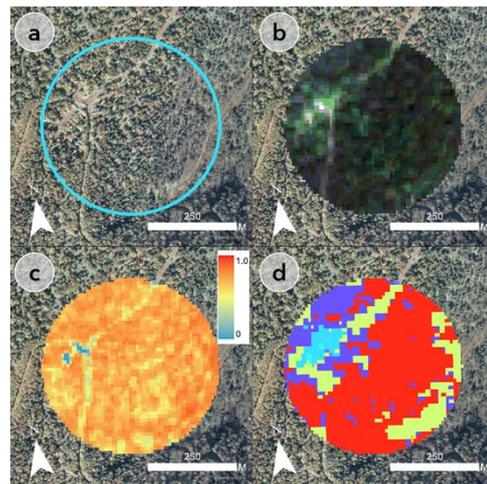


図-1 教師なし分類に用いた衛星画像と分類結果の例

a：円が分類解析対象範囲（中心が教師データ位置）、  
b：トゥルーカラー表示、c：植生指数表示、d：教師なし分類の結果各色は教師なし分類の分類タイプを示す。  
背景画像は地理院タイル（全国最新写真）

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

# 針葉樹人工林の成績の違いが侵入広葉樹の群集構造と動態にどのように影響するのか？

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関（協力機関）：北海道大学、千葉大学、  
（北海道水産林務部林務局森林計画課）

研究期間：令和2年度～4年度 区分：公募型研究

## 研究目的

針葉樹人工林に侵入した広葉樹の生育実態を把握するとともに、広葉樹の成長特性を明らかにし、広葉樹の侵入した針葉樹人工林の管理方法について検討するための知見を得る。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

解析対象：全道の針葉樹人工林（約500箇所）  
プロット面積：0.1ha  
林 齢：15年生以上

内容：  
 ・多地点の毎木調査データの精査  
 ・針葉樹、広葉樹別の胸高断面積合計、本数の集計  
 ・種組成の解析：非計量多次元尺度構成法による調査地の座標付け

## 研究成果

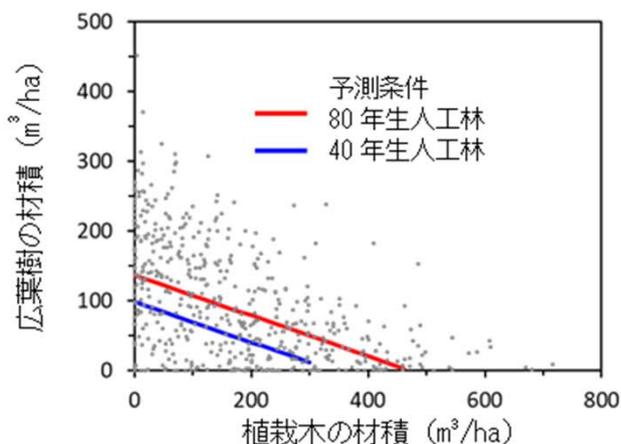


図-1 植栽木の林分材積と広葉樹材積との関係  
実戦は予測値を示す。

植栽木の材積は広葉樹の材積、本数（胸高直径5cm以上）に対して負の効果を与え、林齢は正の効果を持っていた（図-1）。また広葉樹本数には人工林の樹種も影響しており、林齢や植栽木の材積が同じであればトドマツに比べてカラマツ人工林で多くなることが示された。

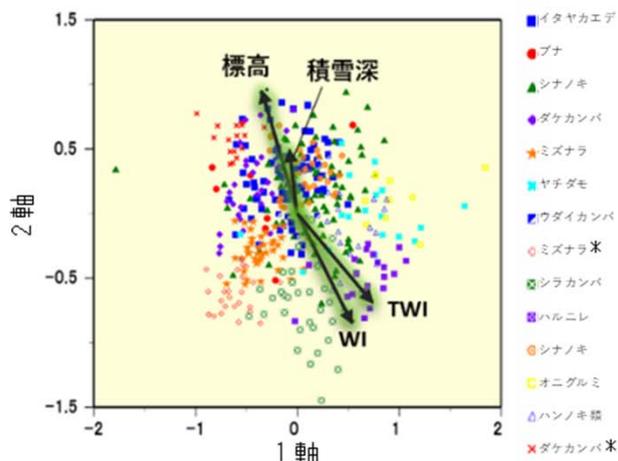


図-2 種組成の非類似度に基づく調査林分の座標と関連する環境要因（非計量多次元尺度構成法）

WI:暖かさの指数、TWI：地形湿潤指数

\*：純林を示す。

針葉樹人工林における広葉樹の種組成タイプを類型化し、種組成タイプと植栽木の材積、立地環境との関係を解析した結果（図-2）、種組成タイプは植栽木材積と独立であり、生育立地の標高や温かさの指数（WI）、水分環境（TWI）によって影響されていた。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

# 市町村における人工林資源持続可能性評価ツールの開発

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：北海道水産林務部林務局森林計画課

研究期間：令和3年度～令和5年度 区分：経常研究

## 研究目的

北海道の人工林面積の内47%を占める一般民有林は、地域森林管理のマスタープランに位置づけられる市町村森林整備計画に基づき森林管理がなされており、市町村では人工林資源の持続的供給を具体的に計画し、実行管理する必要があるが、現状の伐採量が持続可能な水準かどうかの評価方法が確立していない。そこで、各市町村でのカラマツ及びトドマツ人工林を対象に、伐採量や造林量等を変数とした人工林資源の長期推移及び持続可能性の可視化を行える人工林資源持続可能性評価ツールを開発する。

## 研究方法

①林業に関わる社会経済的因子による市町村の分類及び減反率の推定  
木材生産及び原木需要に関する社会経済的因子から各市町村を分類する。また、人工林面積及び伐採面積から、主伐や間伐時期を推定する。

②市町村別林分成長量及び材積テーブルの調製  
各市町村のカラマツ及びトドマツ人工林における地位、径級分布、立木密度に関する既往資料の整理及び現地調査を行い、林齢毎の成長量及び材積テーブルを調製する。

## 研究成果

### 1) 林業に関わる社会経済的因子による市町村の分類及び減反率の推定

- カラマツ及びトドマツ一般民有林について、市町村別の減反率分布の傾向と林業に関連する属性（地位、素材生産従事者数、高性能林業機械数、近郊の製材工場数及び原木価格）との対応関係を分析した。その結果、減反率分布に対して地位、近郊の製材工場での原木消費量、林業従事者数の影響が大きかった（図-1）

- 上記を基に、森林面積が小さく減反率が直接計算できない市町村の減反率分布を推定し、市町村別の平均伐採齢を算出した（図-2）。

### 2) 市町村別林分成長量及び材積テーブルの調製

- 全道のトドマツ及びカラマツ類人工林を対象とし、地位指数別及び植栽本数別の林分材積テーブルを作成した。植栽本数を500本刻みで1000本/ha～3500本/ha（6通り）とし、地位指数をトドマツは全道平均17を中心に10～24、カラマツは平均23を中心に17～30のそれぞれ90組み合わせを想定した。

- 人工林資源予測ツールのデモ版（EXCELで動作）及び使用マニュアルを作成し、市町村の担当者等に試用してもらい、使用上の改善点を抽出した。

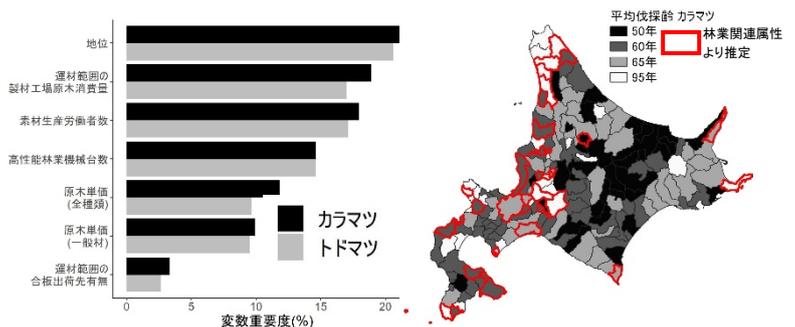
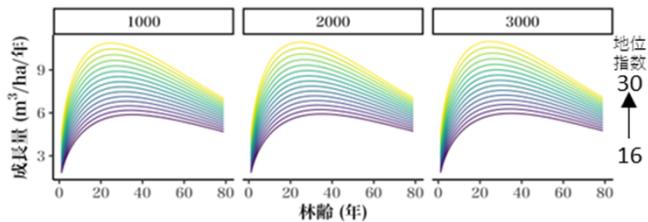


図-1 各樹種における減反率に対する林業関連属性の影響度

図-2 市町村別平均伐採齢（カラマツ）

### カラマツ



### トドマツ

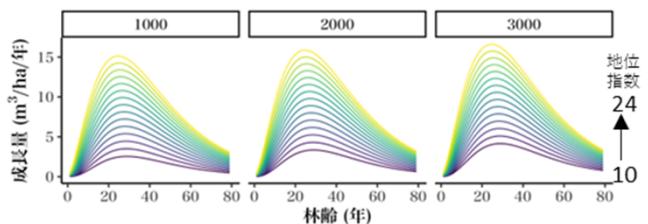


図-3 カラマツ及びトドマツの地位別・本数別連年成長量

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

森林施業プランナー育成対策事業「実践研修」(主催：北海道森林組合連合会 令和4年10月4日開催)での情報提供及びデモ版の資源予測ツールの提供

# 食葉性昆虫の大規模食害による失葉下での異常な木質形成のメカニズムの解明

担当G：森林経営部経営G

共同研究機関：北海道大学（主管）、信州大学

研究期間：令和2年度～令和4年度 区分：公募型研究

## 研究目的

道内の主要樹種であるカラマツとウダイカンバを対象に、成長期の失葉が光合成産物の分配を通してどのように木質形成に影響するのか？そのメカニズムを明らかにすることを目的とする。

## 研究方法

実施場所：林業試験場

年輪解析（対象）：樹齢約90年のウダイカンバ  
（奈井江町：40個体）  
樹齢54年のカラマツ  
（足寄町：30個体）

方法

年輪解析：ウダイカンバ、カラマツから採取した  
コアサンプル用いて年輪幅の測定  
解 析：年輪幅の標準化と気象要因との関係解析

## 研究成果

ウダイカンバ（奈井江町）



カラマツ（足寄町）



図-1 年輪解析に用いたウダイカンバ、カラマツのコアサンプル

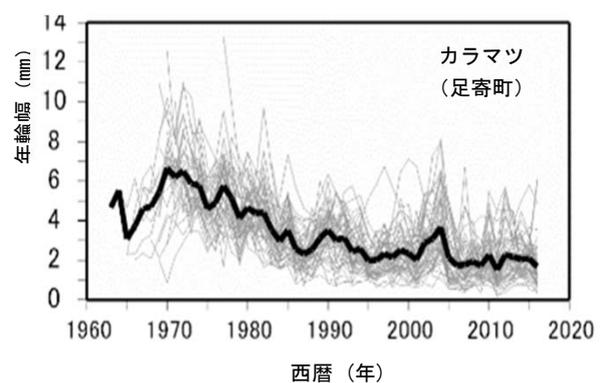
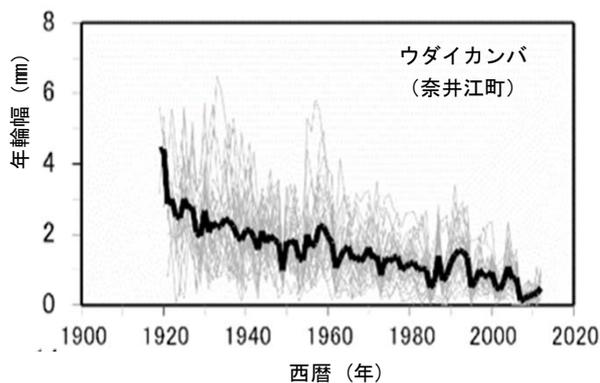


図-2 ウダイカンバ、カラマツにおける年輪幅の年次推移

- ・ 樹齢約90年のウダイカンバ（図-1）、54年生のカラマツを対象に年輪幅データと気候因子（月平均気温、月降水量など）を基に食害が発生した可能性のある時期を抽出した。
- ・ 両樹種の年輪幅データ（図-2）から年輪幅指数をそれぞれ算出した。年輪幅指数を気候要因（月ごとの平均気温、降水量）から推定する予測式を構築し、年輪幅指数の年次推移の理論値を算出した。
- ・ 推定した年輪幅指数（理論値）と実測値の差から気候以外の要因によって年輪幅の減少した年を抽出した結果、ウダイカンバでは1988年と1994-1995年、カラマツでは1986-1988年に年輪幅指数が理論値に比べて低くなっていた。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・ 大野泰之、渡邊陽子（2023）北海道におけるクスサンの発生状況と樹木への影響. 北方林業74: 1-4.
- ・ 大野泰之、渡邊陽子（2023）傷害や虫害に対する樹木の応答（個体レベルの応答）. 木本植物の被植防衛（共立出版、小池孝良ら編）.

## 路網整備候補林分の抽出手法の検討

担当G：道北支場

研究期間：令和4年度～令和6年度

区分：受託研究（中川町）

### 研究目的

高性能林業機械の導入など効率化を進めるには、作業システムに適合した路網が不可欠であり、そのためには資源や路網の現状や今後の施業計画、作業システムなど専門的知識をもつ多様な情報を統合する必要がある。そこで、林業試験場のこれまでの研究成果を活用し、中川町の民有林をフィールドとして、新たに路網整備をすることの有効性が高い林分を抽出することにより、市町村内での路網整備に向けた検討過程の事例を示す。

### 研究方法

調査地：中川町内の一般民有林（大学演習林を除く）

調査項目：既存資料や踏査による路網の現況把握  
標準地調査および衛星画像による森林資源の現況把握

### 研究成果

#### 1. 路網の現況把握

中川町内北部を踏査したところ、路網の現況は国土地理院数値地図（国土基本情報）の道路中心線データとおおむね一致していたが、一部で現状では通行できない区間やデータにないが通行できる区間が存在した（図-1）。

#### 2. 森林資源の現況把握

40～45年生のトドマツ人工林4林分における毎木調査の結果を「北海道版トドマツ人工林収穫予測ソフトver1.40」に入力した。地位指数は17～19、現状の立木本数はソフトで推奨される施業体系図よりも多かった（図-2）。

12～33年生のアカエゾマツ人工林において、UAVで撮影した画像を解析して樹冠を抽出し、樹高を計測した（図-3）。地位指数は15～20と推定された。

広葉樹の混交状況を把握するため、衛星画像の教師無し分類を試みた（図-4）。カラマツと落葉広葉樹は区別できなかったが、常緑針葉樹と落葉広葉樹はおおむね判別できた。



図-1 人工林と路網の配置  
道路中心線は国土地理院数値地図のデータをもとに、踏査により修正。森林の区画は北海道の森林区域データによる。

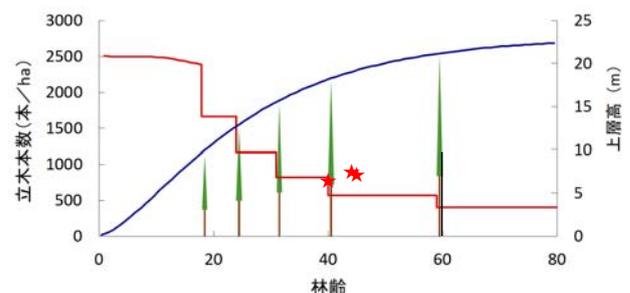


図-2 地位指数18の場合のトドマツの施業体系図  
★は毎木調査実施林分の現況を示す。



図-3 UAV画像からAIで抽出したアカエゾマツ樹冠  
抽出されていない部分は広葉樹やカラマツの樹冠



図-4 トドマツ、アカエゾマツ人工林の分布（赤線）と衛星画像（左）の教師無し分類結果（右）（2021年10月14日Sentinel-2A画像、解像度10m）

# 保残伐の大規模実験による自然共生型森林管理技術の開発

担当G：森林環境部環境G、森林経営部経営G、道北支場

共同研究機関（協力機関）：森林総合研究所（主管）（北海道水産林務部森林環境環境局 道有林課、空知総合振興局森林室、北海道大学、エネルギー・環境・地質研究所）

研究期間：平成30年度～令和4年度 区分：公募型研究

## 研究目的

2013年から北海道で開始した国内初の保残伐の長期・大規模実証実験において、伐採2～8年後を対象に生物多様性、水土保全機能、木材生産性に与える保残伐の影響を調査する。そして、その結果を伐採前のデータとあわせて解析することで、保残伐の初期の効果を明らかにし、各要因への効果を統合した、自然共生型森林管理技術を開発する。

## 研究方法(調査地概要・調査方法)

調査地域：道有林空知管理区225～250林班  
 実験区：広葉樹単木少量保残区（単木少量）、広葉樹単木中量保残区（単木中量）、広葉樹単木大量保残区（単木大量）、群状保残区（群状）、人工林皆伐区、小面積皆伐区、広葉樹天然林対照区、人工林対照区

各実験区は3セット（小面積皆伐区のみ2セット）  
 生物多様性：鳥類、林床植生、枯死材性甲虫  
 水土保全機能：無機イオン、流量観測、底生動物  
 木材生産性：植栽木と保残木の生残と成長

## 研究成果

### 生物多様性調査

- 鳥類の種数は皆伐、単木少量保残区では森林性鳥類が大きく減少したが、中量、大量保残区では減少傾向を抑えられることがわかった（図-1）。生態的に見ると、大きく減少したのは、樹洞や樹上で繁殖する種であった。
- 伐採後の下層植生の種組成は、群状保残区の保残部では変化が少なかったが、単木保残区では広葉樹保残量に関わらず種数は増加し、皆伐区と類似していた（図-2）。

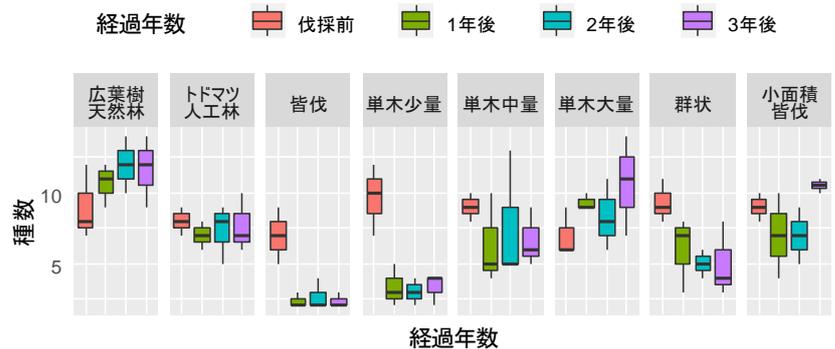


図-1 実験区の中心部の半径50m円内で観察された鳥類種数の変化

- 保残木密度の低い実験区で伐採3年後まで保残木が枯死し顕著に減少したが、その後は下げ止まりの傾向がみられた（図-3）。

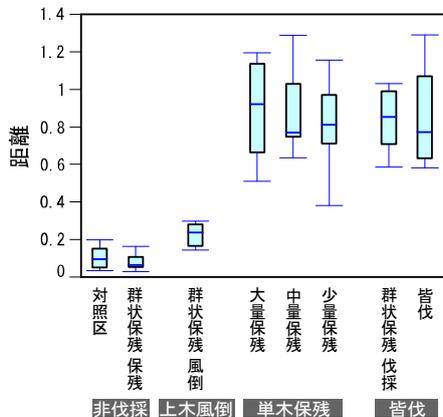


図-2 伐採前から伐採3年後までの種組成変化（変化の大きさを、非計量多次元尺度法による植生座標の平均移動距離として示した）

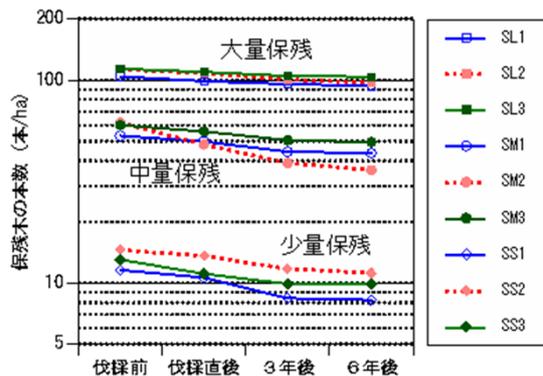


図-3 保残木本数の推移  
 SL：少量保残、SM：中量保残 SS：少量保残  
 1～3は設定年の違いを示す

## 水土保全機能調査

- 伐採区では保残量にかかわらず伐採年に年間流出率（降水量に対する流出量）が増加したが、その後は減少し、蒸発散量の回復を示唆した。大量保残区では伐採3年後以降、伐採前よりも1割以上減少した（図-4）。
- 伐採3年後に皆伐区、中量保残区で硝酸態窒素比負荷量が増加したが、4年後以降いずれの伐採区も減少し、皆伐、大量保残区では減少傾向が顕著であった（図-5）。このことは、保残区における伐採直後の窒素流出抑制効果を示唆する。

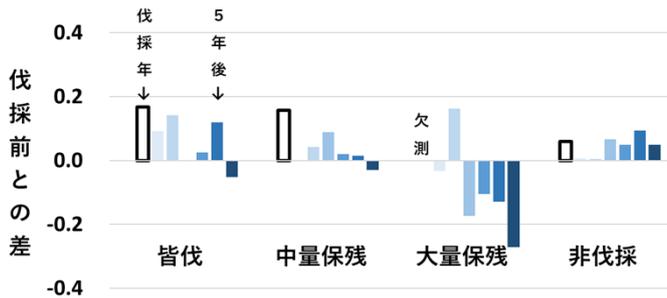


図-4 伐採前後の年間流出率（流出量／降水量）の変化

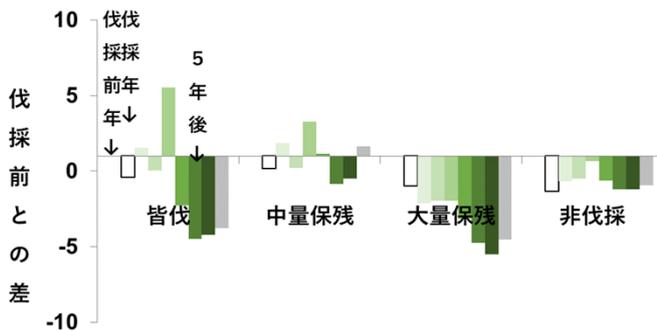


図-5 伐採前後の硝酸態窒素比負荷量（平水時）の変化  
※比負荷量＝単位流域面積当たりの流出量（g/day/ha）

## 木材生産性調査

- 再造林されたトドマツの樹高成長は処理間で差が認められ、大量保残区の成長量が最も低かった（図-7）。
- 保残木の枯死要因の多くは強風による根返りや幹折れであった。根返りの割合が高かったのは、ダケカンバ、ケヤマハンノキなどで、ハリギリは幹折れが多く、イタヤカエデは生残率が高かった。

- 保残量の有無・程度と濁りの量には対応がなく、皆伐、大量保残区では、伐採翌年に台風による大雨で、沢を横断する集材路等の影響により濁りが発生した（図-6）。

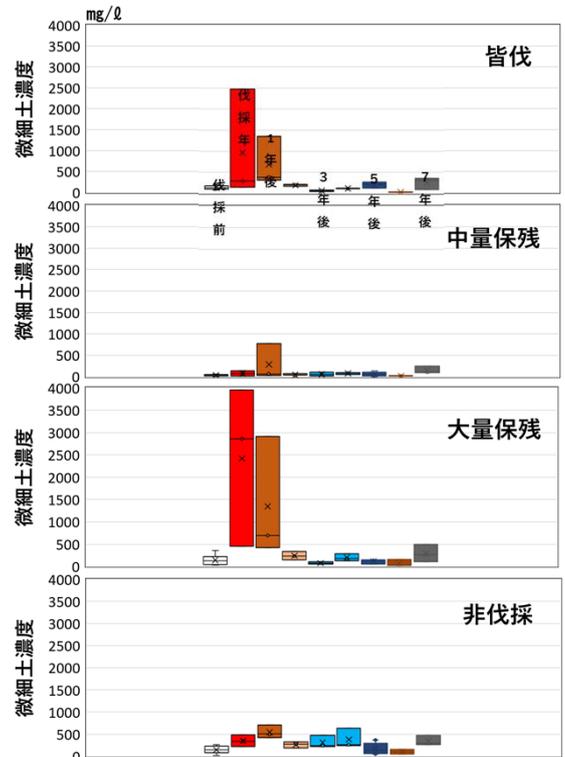


図-6 伐採前後の出水時微細土濃度（mg/L）  
（各年の上位3回を示す）

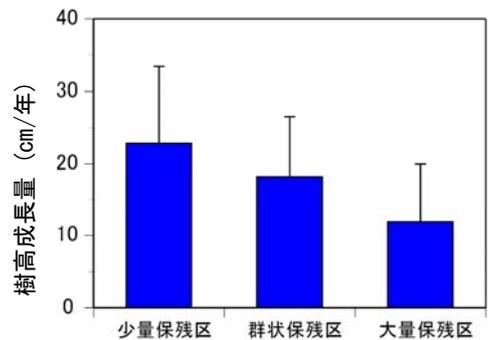


図-7 トドマツ植栽木の処理区別の樹高成長量（2017～2021年の樹高成長）  
群状保残区は保残部林縁の植栽木

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Akashi N (2023) Responses of understory vascular plant communities up to 6 years after retention harvesting in planted *Abies sachalinensis* forests. *Forest Ecology and Management*, 538: 120991
- Yamaura N, Unno A & Royle J A(2023) Sharing land via keystone structure: Retaining naturally regenerated trees may efficiently benefit birds in plantations. *Ecological Applications* 33: e2802
- 明石信廣（2023）下層植生に対する保残伐の効果と保残木の生残. *北方森林研究* 71
- 長坂 有（2023）水土保全機能の保持から見た保残伐の効果. *北方森林研究* 71

# 森林の多面的機能の評価における LiDARデータの利用可能性の検証

担当G：森林環境部環境G

協力機関：厚真町、森林総合研究所、北海道大学、三菱マテリアル株式会社、  
京都府立大学

研究期間：令和4年～令和7年度 区分：経常研究

## 研究目的

本研究では、カラマツ人工林を対象に、森林の多面的機能評価におけるLiDARデータの利用可能性および各機能を精度良く説明できる指標を明らかにすることを目的とする。

## 研究方法

### ●研究項目

- 1) LiDARデータを含む環境情報の整備（現地調査、GIS解析、点群解析）
- 2) 森林の多面的機能の評価（現地調査、室内分析）
- 3) LiDARの利用可能性の検証（統計解析）

### ●調査地域

- ・安平町および厚真町内のカラマツ人工林

### ●対象とする機能

- ・生物多様性保全
- ・水源涵養
- ・物質生産

## 研究成果

### 1) LiDARデータを含む環境情報の整備

- ・三菱マテリアル株式会社の所有する安平および厚真町内の社有林に、計16か所の調査プロットを設置した（図1）。
- ・2022年の秋季にUAV-LiDARによる森林および地形計測を実施した。また毎木調査の結果、カラマツの平均DBHおよび林齢のレンジは、23.9～44.7cmおよび31-65年であった。

### 2) 森林の多面的機能の評価

- ・対象とした3タイプの多面的機能のうち、生物多様性保全機能を評価するため、植生調査（樹木、草本）、チョウ類調査、カミキリ類調査を実施した。
- ・毎木調査では、計31種518本を確認した。
- ・下層植生調査では、計100種（木本33種・草本67種）記録されたが、クマイザサの出現頻度(92.4%)と植被率(53.2%)が最も高かった。
- ・チョウ類については、計21種393頭を確認した。チョウ類に関する予備解析の結果、個体数・種数共に調査時に開花している花数と正の相関が認められ（個体数： $R^2=0.31$ 、種数： $R^2=0.55$ ）、林内のヨツバヒヨドリやアザミ類などエサ（吸蜜源）量が、訪花昆虫の多様性に寄与している可能性が示唆された。
- ・カミキリ類については採集個体の大まかな分類を終えており、今後、種の同定を行う予定である。

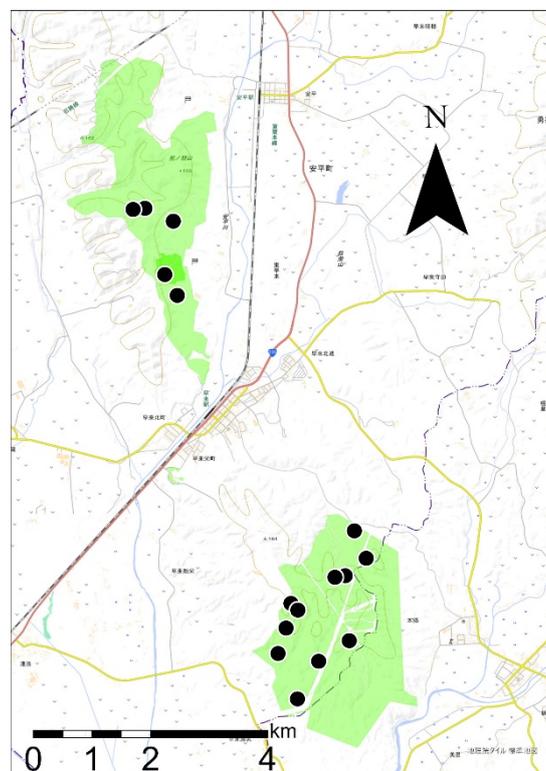


図-1 2022年度に設置した調査地点。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし