

# 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

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

方法：

- 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

## 研究成果

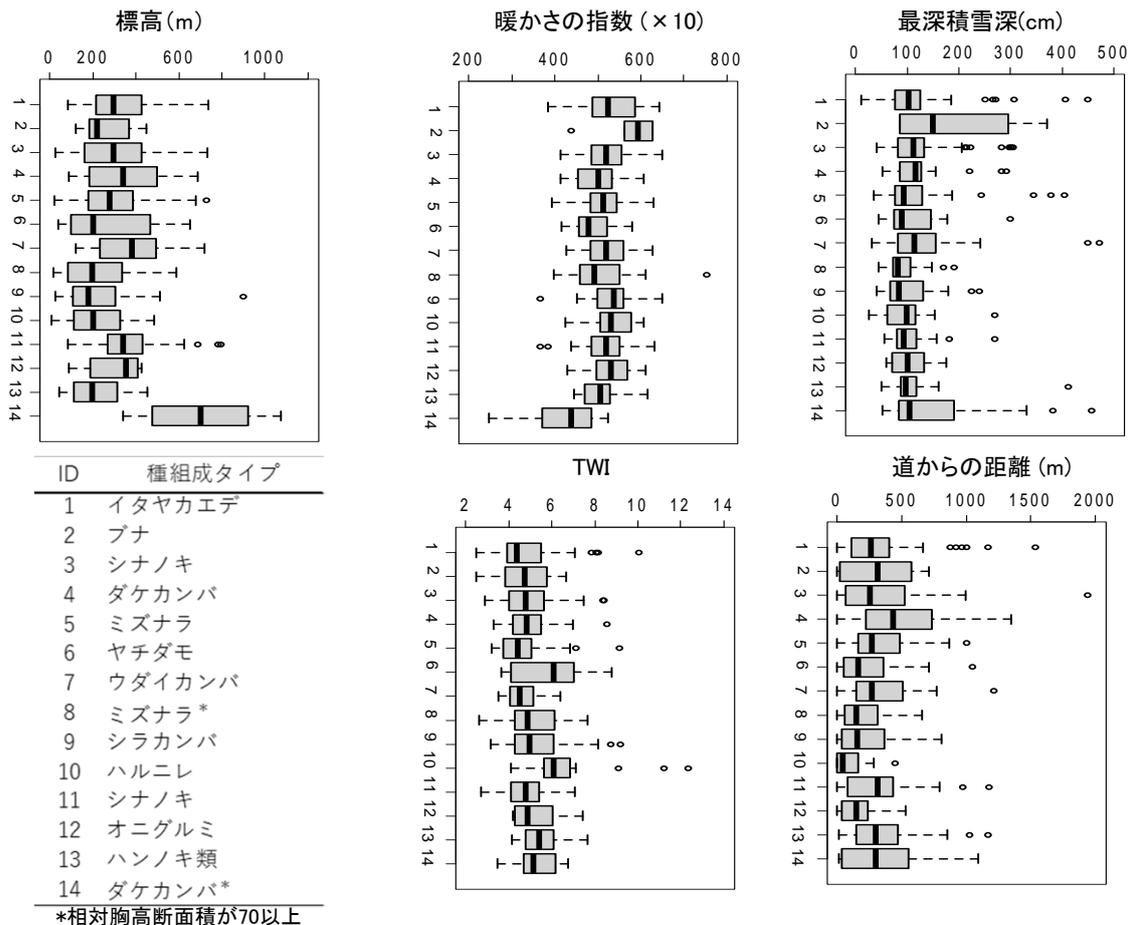


図-1 侵入広葉樹の種組成タイプ別の立地環境  
TWI (Topographic Wetness Index) : 地形湿潤指数

- R2年度に抽出した侵入広葉樹の種組成タイプ別に解析対象林分の立地環境情報を整備した(図-1)。
- ダケカンバタイプ(ID:14)は標高が高く、暖かさの指数が低い立地に多かった。ヤチダモタイプ(ID:6)、ハルニレタイプ(ID:10)ではTWI(地形湿潤指数)が大きく、湿潤な立地に多いことを示していた。ブナタイプ(ID:2)の立地環境は最深積雪深が大きかった。

# 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

協力機関：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

- 林業に関する属性として、地位や素材生産従事者数、高性能林業機械数、製材工場数及び原木消費量を統計情報等から市町村別に整理した。
- カラマツ及びトドマツ一般民有林について、2014年から6ヶ年の年齢別森林面積及び伐採面積を市町村毎に整理し、主伐林齢平均値を市町村毎に推定した(図-1)。その結果、カラマツの主伐林齢の平均値は55年であり、北海道東部では50年程度の市町村が多かった。トドマツでの主伐林齢の平均値は75年であり、北海道中央部及び南西部では70年程度の市町村が多かった。

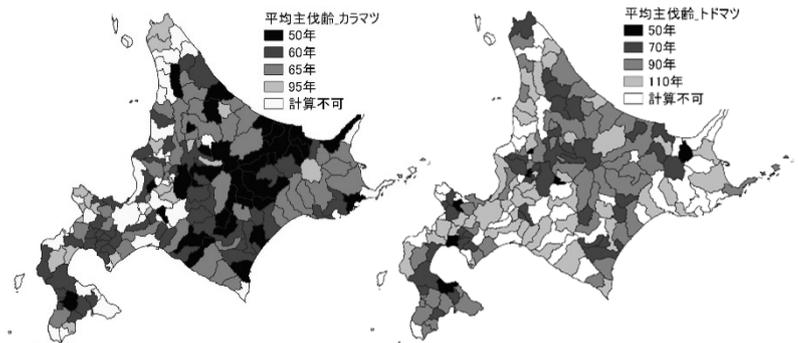


図-1 市町村別主伐林齢 (左：カラマツ 右：トドマツ)  
※「計算不可」は森林面積が過小のため異常な推定値が出たものを示す

2) 市町村別林分成長量及び材積テーブルの調製

- カラマツ人工林の林分密度を振興局、地位、林齢から推定するモデルを構築した(図-2A)。既存研究において算出した市町村毎の平均地位指数から林分密度を推定し、対応する施業体系(間伐スケジュール)を決定した(図-2B)。決定した施業体系から材積を推定し、市町村の地位に対応するように材積テーブルを調整した(図-2C)。

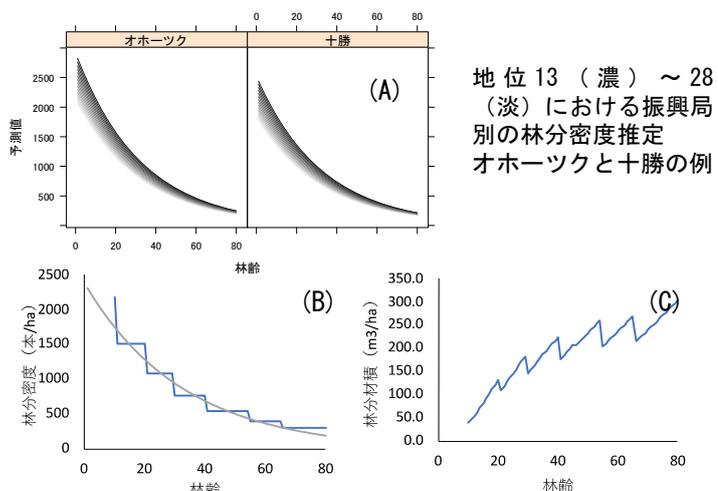


図-2 カラマツ人工林の地域別林分密度の推定結果 (A) 及びオホーツクにおける地位22の林分密度管理 (B) と材積推定 (C)

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

津田高明・滝谷美香・大野泰之(2022) 林業関連情報に基づく市町村の分類階層が地域の伐採材積推定に及ぼす影響。第133回日本森林学会大会

# 多時期の衛星画像を利用した針葉樹人工林の抽出技術の開発

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・森林環境局道有林課、当別町、三菱マテリアル（株）

研究期間：令和元年度～令和3年度 区分：経常研究

## 研究目的

市町村単位以上の範囲を対象として針葉樹人工林の成林状況を低コストかつ的確に把握するため、多時期の衛星画像を利用した針葉樹人工林の抽出技術を開発する。

## 研究方法

～トドマツ～

- 対象地：一般民有林全域（当別町）
- 教師画像作成方法：高解像度衛星

～カラマツ～

- 対象地：三菱マテリアル社有林
- 教師画像作成方法：UAV空撮画像

～衛星画像分類～

- 衛星画像：Sentinel-2
- 解析：Google Earth Engine

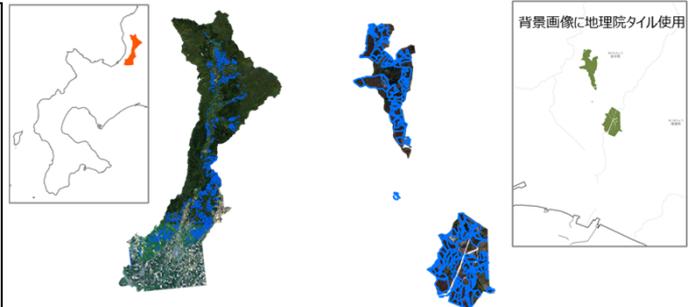


図-1 対象地位置図 左：トドマツ、右：カラマツを示す。青線で囲った範囲内が各人工林範囲

## 研究成果

多時期の衛星画像を用い、10 m解像度で、針葉樹人工林（トドマツ・カラマツ）の成林状況を明らかにする手法を開発した。季節ごとの反射特性（図-2）を利用することにより、トドマツ人工林で98.8%、カラマツ人工林で94.7%の分類精度（表-1、図-3）で成林状況を把握することができた。本手法は、低コストに運用可能な手法であるため、森林資源の持続的な利用を目的とした計画に利用できる可能性がある。

表-1 NDVIの樹種別の正答率

NDVI使用時期	通年	通年、春	通年、夏	通年、秋	通年、冬	通年、春、夏、秋、冬
トドマツ人工林正答率(%)	96.7	96.9	96.8	97.2	97.9	98.8
カラマツ人工林正答率(%)	90.2	91.4	94.2	91.9	93.6	94.7

※ NDVI (正規化植生指数)：植生の分布状況や活性度を示す指標で、衛星画像の赤バンドと近赤外バンドの反射率から次の式で計算する  

$$NDVI = (\text{近赤外} - \text{赤}) / (\text{近赤外} + \text{赤})$$

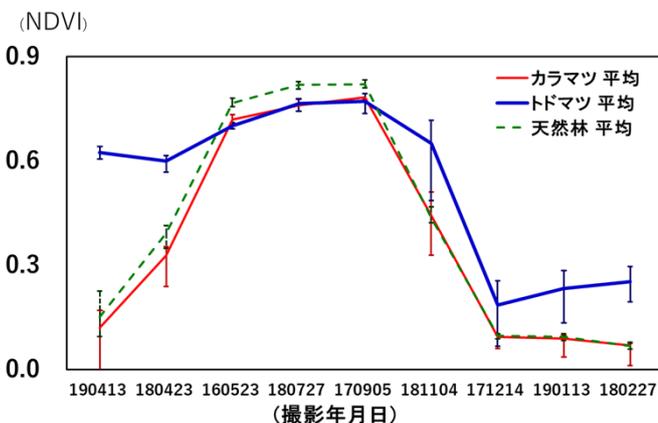


図-2 光球内実験林におけるNDVIの季節変化  
 バーの幅は最大値、最小値を表す。各樹種の半径20 mの円形区域のNDVI平均値を計算

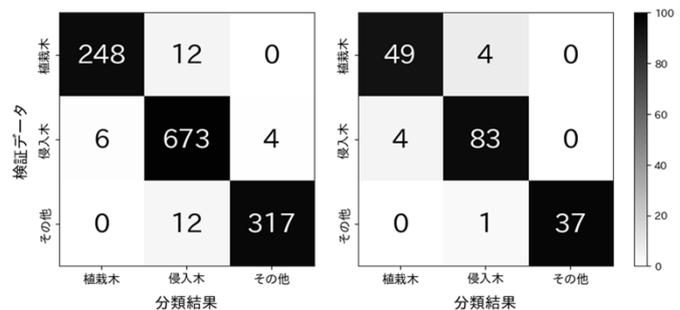


図-3 分類項目ごとの検証（左：トドマツ人工林、右：カラマツ人工林）

表-1『通年、春、夏、秋、冬』の分類結果の例示。格子上の数字は検証データ（Y軸）のうち各分類項目（X軸）に結果としていくつ分類されたかのピクセル数を表す。格子の色は検証データのうち各分類項目に何割が結果として分類されたか（行の合計に対する割合）を右の凡例バーの色の濃淡の通り示す。

# 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：足寄町・林業試験場  
対象林分：カラマツ人工林（2林分）  
年輪解析：カラマツ（林分1：31個体、  
林分2：32個体）

方法  
年輪解析：カラマツから採取したコアサンプルの  
年輪幅の測定

## 研究成果

表-1 年輪解析用サンプルを採取した個体の林齢と胸高直径、および食葉性昆虫による林分の食害状況

林分ID	林齢 (年)	平均胸高直径 (cm)	食葉性昆虫による食害状況
1	49	32	激害（2014年、カラマツハラアカハバチ）
2	54	36	微害（2014年、カラマツハラアカハバチ）



図-1 年輪解析用コアサンプルの採取（左）と採取したサンプル（右）

- ・カラマツハラアカハバチによる被害林分1（激害林分）と林分2（微害林分）からそれぞれ年輪解析用のコアサンプルをそれぞれ31個体、32個体から採取した（表-1、図-1）
- ・激害林分と微害林分との間で年輪幅に異なるパターンが認められた。
- ・激害林分では、食害の翌年（2015年）に成長の落ち込みが認められた一方、微害林分では成長の低下は認められなかった。

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・大野泰之. 食葉性昆虫による食害とその後の樹木の成長・生存-北海道における事例-. 組織と材質研究会 秋季研究会(病虫害に対する樹木の防御応答と木質形成への影響). 2021年11月20日

# UAV空撮データを活用した森林資源量推定システムの実証

担当G：道北支場

協力機関：株式会社 フォテク、十勝広域森林組合、北海道水産林務部森林環境局道有林課

研究期間：令和3年度 区分：受託研究（(株)コア）

## 研究目的

道総研の成果を元に委託元企業が開発中のUAVとAIによる森林資源解析システムの実用化に向け、林業事業体での実証試験を行う。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

1. みちびき衛星のCLAS※1情報を用いたUAV空撮画像の位置精度向上効果の検証  
 調査地：当別町ドローン練習場、林業試験場光珠内実験林  
 方法：UAV空撮、GNSS※2測量、SfM処理

2. 森林資源量推定システムの実用性に関する実証試験  
 方法：十勝広域森林組合からの空撮画像調整、AI資源解析補助、功程調査、コスト計算、現場へのヒアリング

## 研究成果

### 1. みちびき衛星のCLAS情報を用いたUAV空撮画像の位置精度向上効果の検証

森林環境でのCLAS信号の受信は相当に困難であり、林冠部よりも高い高度でなければFIX状態が維持されなかった。そのため、GNSSは2系統接続し冗長化※3する必要があった。本機材で作成したオルソ画像の水平位置精度は最高50cm程度（当別）となり（理論値6cm）、垂直位置精度は最高12cm（実験林）の精度が得られたことから、水平方向に誤差を生む要因があることが示唆され、UAV進行方向に偏ったカメラ位置推定誤差が見られたことからシャッターパルス記録遅延が疑われた（図-1）。

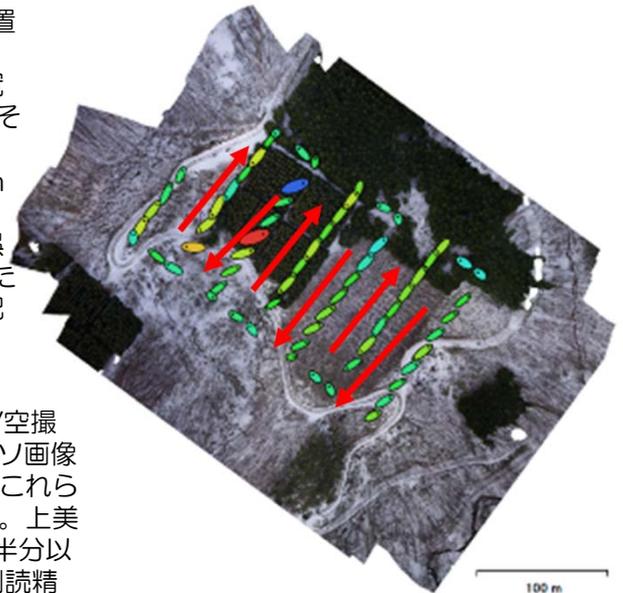


図-1 推定カメラ位置のゆがみ方向楕円の長径方向にずれが発生している赤矢印は誤差方向とUAV進行方向を示す

### 2. 森林資源量推定システムの実用性に関する実証試験

十勝広域森林組合の施業実行予定の6林分について、UAV空撮オルソ、DCHM※4、収穫調査結果（サンプル調査）、オルソ画像上の目視カウント立木本数、各作業の時間記録を収集した。これらの林分の画像をコア社の森林資源量推定システムで解析した。上美生民有林のデータを例にすると、1人工あたりの作業時間が半分以下に短縮された（表-1）。この林分の解析結果では、本数判読精度は目視カウントに対して99.77%、収穫調査材積に対して88.96%となった（表-2）。

表-1 各手法の功程比較  
 収穫調査 森林資源量推定システム

	収穫調査		森林資源量推定システム	
	時間	人工	時間	人工
標準地調査	45分	3	UAV空撮	40分 1
UAV空撮	40分	1	SfM等画像解析	1時間 1
樹冠数人力カウント	50分	1	資源解析処理時間	4~5時間 0
計	3時間45分/人工		計 1時間40分/人工	

表-2 AIの資源量推定結果

収穫調査	森林資源推定システム	精度 (%)
樹冠数カウント (本)	2987	2980 99.77
平均胸高直径 (cm)	26.3	25.06 95.30
平均樹高 (m)	22.9	20.75 90.60
平均材積 (m³)	0.61	0.54 88.96

※1 CLAS：人工衛星「みちびき」の測位補正信号を使って、測位精度を向上する技術

※2 GNSS：全球衛星測位システム

※3 冗長化：正副二系統用意すること

※4 DCHM：デジタル樹幹高モデル

# 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

- 下層植生の種数は、非伐採区や群状保残の保残部分では大きな変化は見られなかった。皆伐区や単木保残区では、伐採前に生育していた種は微減したが、伐採1年後に多くの種が新たに出現し、種数は増加した。その後は、伐採1年後に出現した種が減少する一方、別の種が侵入し、種数は増加傾向のところが多かった（図-1）。

### 水土保全機能調査

- 伐採前後8年間の平水時の硝酸態窒素濃度は、多くの流域で伐採2～3年後に最も高くなり、5年後以降は伐採前と同程度か、さらに低下した（図-2）。負荷量（窒素濃度×流量）でみると、伐採3年後以降、平水時の流量減少と相まって、いずれの流域でも伐採前より負荷量が低くなった。

### 木材生産性調査

- 保残木の枯死要因の多くは根返りや幹折れであり、大きな原因は強風であった。根返りの割合が高いのは、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、根返りが少なかった。イタヤカエデは生残率が高かった。

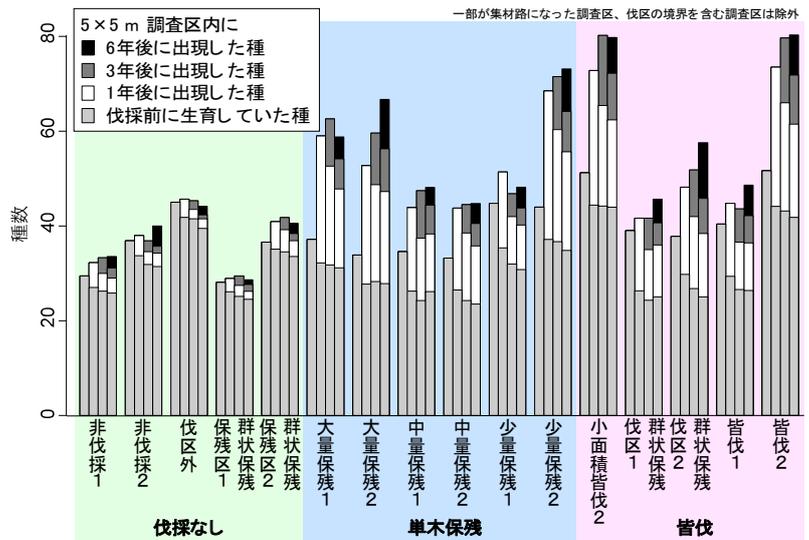


図-1 調査区ごとの下層植生の種数変化

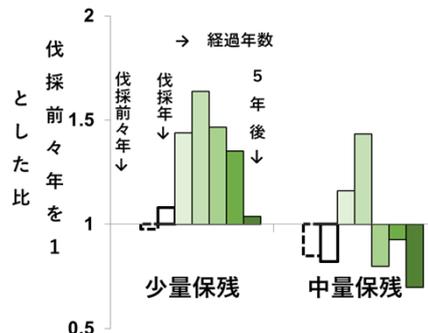


図-2 単木少量保残区、中量保残区における平水時の硝酸態窒素濃度変化(2016年伐採区)

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- Akashi N, Nitta N, Ohno Y (2021) Effect of forest management on understory vascular plants in planted *Abies sachalinensis* forests. Forest Ecology and Management, 497: 119521

# 森林風倒被害発生後の被害地整理・ 風倒木活用における課題抽出

担当G：森林環境部環境G

協力機関：林産試験場、北海道水産林務部

研究期間：令和3年度 区分：経常研究

## 研究目的

風倒木の有効かつ高度な利用を進めるため、①被害地整理を行う素材生産者、および②風倒木を受け入れる製材工場について、風倒木の材質に対する認識を明らかにする。

## 研究方法

1) 関係機関への聞き取りによる被害地整理、および風倒木活用における課題探索  
 方法：聞き取り調査（アンケート設計のため）  
 ・素材生産者7社（被害地整理の事例数11）  
 ・製材工場7社

2) 関係機関へのアンケート調査による課題整理  
 方法：アンケート調査（2種類）  
 ・素材生産者用 送付数546 回答数270 (49.4%)  
 ・製材工場用 送付数189 回答数100 (52.9%)

## 研究成果

### 1) 関係機関への聞き取りによる被害地整理、および風倒木活用における課題探索

特に材の損傷が目立つトドマツ主体に聞き取り調査を行った。

- 被害地整理の現場では、幹折か根返かの違いで作業のし易さに違いがあること、根返は一般材にし易いという意見を得た（表-1）。一般材の販売価格は、原木の需給状況および製材工場との関係の影響があるようであった。
- 製材工場においては、風倒木特有の欠点を除去して利用できるが5社、利用できないが2社であった。製材歩留まりが低下することを反映し、風倒木由来の材を買わないが2社、一般材価格で購入するが、経営的にはより安い低質材価格（チップ価格よりは高い）で買いたい社が1社であった（表-2）。

以上より、素材生産者に対するアンケートには①現場作業性、②現場における風倒木の分別可否を、製材工場に対するアンケートには③風倒木の材質判断および風倒木の利用可否を問う項目を設定することとした。

表-1 素材生産者の風倒木（トドマツ）の材質に対する認識についての聞き取り調査結果

	事例1	事例2	事例3	事例4	事例5	事例6	事例7	事例8	事例9	事例10	事例11
現場(年)	幕別町(2002)	鹿部(2004)	千歳(2004)	千歳(2004)	積丹(2004)	士別(2004)	恵山(2016)	道南(2016)	豊頃町(2016)	オホーツク(不明)	オホーツク(不明)
所有形態	道有林	道有林	国有林	国有林	-	道有林	道有林	民有林	道有林	道有林	-
被害形態	幹折	根返	根返	根返	幹折	幹折	幹折	幹折	幹折	-	-
風倒方向	-	一定方向	-	一定方向	-	バラバラ	バラバラ	-	一定方向	-	-
作業性	-	整理易だが事例7より多少良い位	平時同様	整理容易 3000円/m <sup>3</sup> (挫積まで)	-	6000円/m <sup>3</sup> (挫積まで)	平時の2倍掛 かり増	-	平時の1.3-1.4倍	-	-
材質に対する認識	-	一方に根返りし、材質良い	根返木なら一般材として問題ない	一定方向に倒れ、材質は問題ない	幹折はどうか分からない	-	風に舞ったように幹折し、材質悪	-	-	-	-
一般材	-	-	-	-	-	-	2割(7-8割)	2割(8割)	4割(8割)	0割	-
パルプ	-	-	-	-	殆どパルプ	-	8割(2-3割)	8割(2割)	6割(2割)	10割	-
0内は			根返り木で良い木は一般材	根返り木で良い木は一般材	幹折ればパルプ	幹折れば大体パルプ	-	幹折はパルプ、根返・残存木は一般材	幹折、幹曲、組み合わせはパルプ	選別せず全てパルプ	平時同様見た目で振り分け
平時											
販売価格	値下げ	2割減	平時同様	-	-	-	2千円/m <sup>3</sup> 減	平時同様	平時同様	-	-
一般材に由来の		被害を理由とした値下げ要求	-	風倒木が理由の値下なし	-	-	コロナ禍による需要減低下要求	-	原木不足・交渉積重ねで価格上昇	-	-
材質について		-	クレームなし	クレームなし	-	-	製材後に欠点判明も意外と使える	-	クレームなし	-	-
利用側からの評価	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
一般材としての使用期限	-	-	翌年5月	-	翌年5月	-	-	3年位、4年目	-	-	-

表-2 風倒木(トドマツ)由来の一般材材質に対する製材工場の認識についての聞き取り調査結果

	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社
風倒木の出材場所(年)	道南(2016)	オホーツク(不明)	士別(2004)	苫小牧(2004)	上川(2006)	十勝(2016)	オホーツク(不明)
主力製品	建築材 製材 集成材	建築材 集成材	建築材 製材	建築材 製材	建築材 製材	建築材 製材	梱包材 パレット材
風倒木特有の欠点を認識	しない	する	する	する	する	する	不明
モメの除去:土場	行わない	不可	行わない	行わない	不可	可(打音)	行わない
モメの除去:製造ライン	可	不可	可	可	不可	可	可
経営的に利用できるか	可	不可	可	可	不可	可	可
過去の購入価格	一般材価格	購入せず	一般材価格	一般材価格	一般材価格の7割	一般材価格	一般材価格
望ましい購入価格	-	購入せず	-	-	購入せず	低質材価格	-

2) 関係機関へのアンケート調査による課題整理

●素材生産者

- ①現場作業性：被害地整理では、平時と比べて人カチェーンソー伐採が増え、平時に対し平均1.5倍の人工数になるという回答が最も多く、2.0倍になるとの回答がそれに次いだ。現場作業の苦勞を尋ねた設問では「チェーンソーによる切り離し作業が危険」が最も多く選択され、次いで「絡み合った風倒木をほぐす」、「平時より疲勞する」、「チェーンソーによる作業能率が上がらない」の順であった(図-1)。
- ②現場における風倒木の分別可否：ほぼ半数(49%)が「普段通り見た目で分別」と回答した。

●製材工場

- ③風倒木の材質・利用可能性：風倒木を引き受けたことがあると回答した36社\*のうちほぼすべての工場が「風倒木を利用できた」と回答したが、利用時の問題点として、59%が材質の欠点による「製材歩留まりの低下」を挙げた。風倒木の引き受け経験のない工場を含めて「一般材として」の利用可能性について尋ねた設問では、欠点を認識するかどうかの差異はあるものの、58社\*中38社(66%)が利用可能と積極的な回答を選択した(図-2)。

材の欠点をどのように見つけているかについて尋ねたところ、「割れ」、「折れ」、「腐れ」の発見・除去は平時からの品質管理に含まれ、「モメ」については72社\*中25社が「製造中にモメを発見できる」と回答、うち16社はさらに「発見したモメは除去可能である」と回答した。

風倒木を利用するときに、製材工場が素材生産者側に望むこととして、風倒木であることが分かること、損傷程度、幹折れ木・根返り木のどちらが多いかといった被害状況などの事前情報、および被害形態に応じた分別、が挙げられた(図-3)。

以上のアンケート調査より、製材工場側では、風倒木は製材歩留まりに問題があること、素材生産側に被害に関する情報や、原木のより詳細な分別を希望していることが明らかになった。一方、素材生産者側では、整理事業は危険であり平時より多くの人工数がかかることから、製材工場側が希望するような情報提供や、被害形態別の分別は十分に行えないといった実態が明らかになった。

\* 非該当、無回答の製材工場があるため、設問ごとの回答数はアンケート回答数100より少ない

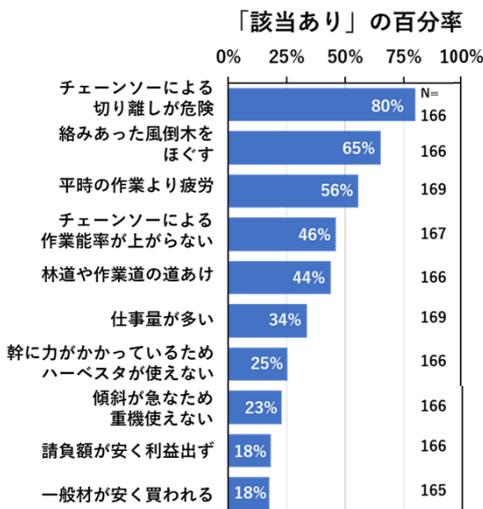


図-1 風倒被害地整理事業での苦勞

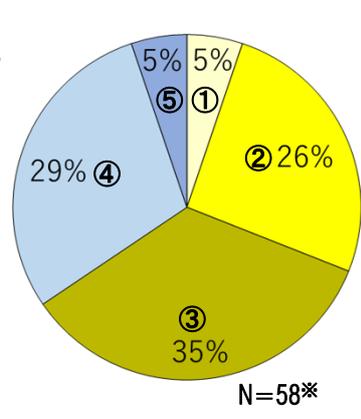


図-2 風倒木の一般材としての利用可能性

- ① 欠点を認識することなく、普段と同様の利用が可能である
- ② 欠点を認識するが、これが製品性能に影響することなく、普段と同様の利用可能である
- ③ 製品性能に影響する欠点を認識するが、欠点を除去して利用することができる
- ④ 製品性能に影響する欠点を認識するが、欠点を技術的に除去できないため、利用できない
- ⑤ 製品性能に影響する欠点を認識し、これを技術的に除去できるが、経営的には許容できない

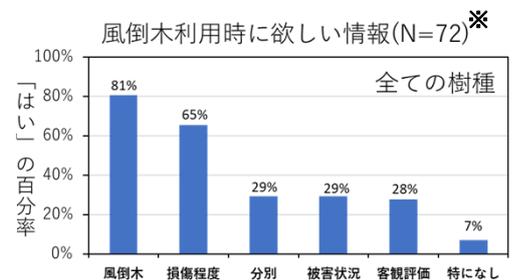


図-3 風倒木利用時に欲しい情報

風倒木：風倒木であることが分かること  
 損傷程度：損傷の程度が大まかに分かっていること  
 分別：幹折れ木、根返木が分別されている  
 被害状況：現地の被害状況(幹折害、根返害どちらが多いか)  
 客観評価：客観的評価に基づく品質保証  
 特になし：特になし

# 道北地域の森林におけるエゾシカ生息実態把握技術の開発

担当G：道北支場

協力機関：北海道環境生活部、上川総合振興局、北海道大学、エネルギー・環境・地質研究所

研究期間：令和元年度～令和3年度 区分：受託研究（中川町）

## 研究目的

各地で市町村や森林管理者等によるエゾシカ個体数管理の取り組みが実施されるようになってきたが、エゾシカの生息状況把握や森林への影響に関して、これまでの研究はエゾシカの生息密度が高く積雪の少ない地域で行われたものが多く、多雪で大型のササが繁茂する道北地方では、既存の技術をそのまま適用できない場合がある。そこで、道北地方においてエゾシカの生息状況や森林への影響を把握する手法を開発する。

## 研究方法(調査地概要や調査方法)

### 1. 森林への影響の把握

調査地：中川町 35地点 音威子府村 12地点  
方法：林縁の広葉樹稚樹各地点10本  
食痕調査、痕跡調査等

### 2. エゾシカの生息状況の把握

調査地：中川町内  
方法：自動撮影カメラ 23台  
UAVによる写真・動画撮影

## 研究成果

### 1. 森林への影響の把握

林道沿いの稚樹10本について、エゾシカの食痕ありを1点、食害の繰り返し等により成長が停滞しているものを2点として合計した食痕スコア、枝1本について芽鱗痕から推定した枝年齢（前年の枝の食痕ありを0年とする食害を受けなかった年数を最大5年まで数える）を調査した結果、従来から用いられている簡易チェックシートのスコアや自動撮影カメラによる1～2月の1日あたりエゾシカ撮影回数と相関が認められ、これらをエゾシカの影響の指標とすることが可能であることが示された（図-1）。

### 2. エゾシカの生息状況の把握

森林内に設置した自動撮影カメラと林道沿いに設置した自動撮影カメラを比較すると、ササの繁茂する林内ではエゾシカの撮影が少なく、エゾシカの生息の有無を把握するには林道沿いにカメラを設置するのが適していると考えられた（図-2）。

UAVによってエゾシカを探索したところ、機体の移動にともなって常緑針葉樹の樹冠で遮られる部分に変化したり、撮影中にエゾシカが動くことでエゾシカが確認できる場合があり、エゾシカの探索には可視画像を動画撮影するのが良いことが分かった（図-3）。

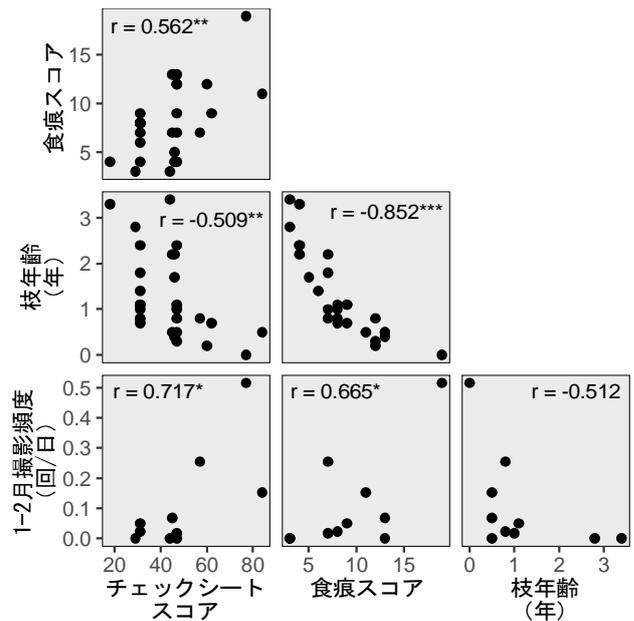


図-1 食痕スコア、枝年齢、簡易チェックシートスコア、自動撮影カメラによる1～2月のエゾシカ撮影頻度の相関

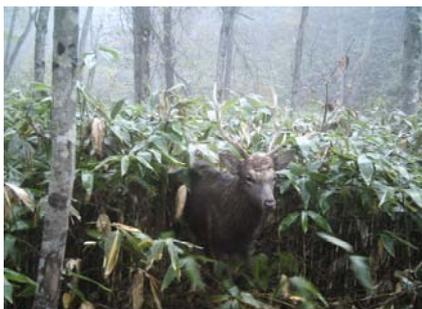


図-2 ササに覆われた森林内で撮影されたエゾシカ



図-3 UAVの機体の移動によって確認できたエゾシカ  
左のシカは左の画像では確認できない。

# 野ネズミ発生予想の精度向上と再造林時に発生する枝条が野ネズミ被害に与える影響の解明

担当G：保護種苗部保護G、道北支場

協力機関：北海道水産林務部林務局森林整備課、北空知森林組合

研究期間：令和3年度～令和5年度 区分：経常研究

## 研究目的

近年のエゾヤチネズミ発生数の変動に基づいた新たな予測式を開発するとともに、野ネズミの種判別の誤判定を少なくすることにより、発生予想の精度を向上させる。再造林時に発生する枝条集積地が野ネズミ被害に与える影響を明らかにする。

## 研究方法

### 1. 野ネズミ発生予測式の開発

2013年以降の野ねずみ発生予察調査データを整備し、新たな発生予測式を開発する。

### 2. 野ネズミ識別の誤判定事例の分析

野ねずみ発生予察調査で捕獲された野ネズミの写真を用いて、種判別の誤判定を収集し分析する。

## 研究成果

1. 2001年から2020年の各年10月の最大捕獲数を基に非階層クラスター分析(k-means法)によって市町村を分類し、それを基に13地域に分けた(図-1)。この地域区分を用いて2021年10月の捕獲数を予測した結果、10月の平均捕獲数1.44頭に対して旧予想式では平均3.47頭、新予想式では平均2.71頭となり、旧予想式に比べて実際の捕獲数との差は小さくなった。

2. 野ねずみ発生予察調査の結果と捕獲された野ネズミの写真を比較したところ、304地点のうち36地点66件で誤認が疑われる報告が確認された(表-1)。エゾヤチネズミに関する誤認には、エゾヤチネズミの幼体を識別できず「その他」に分類している事例(写真-1)や、ヒメネズミをエゾヤチネズミに誤認している事例がみられた。また、ミカドネズミとエゾヤチネズミを正確に識別できていない可能性があった。

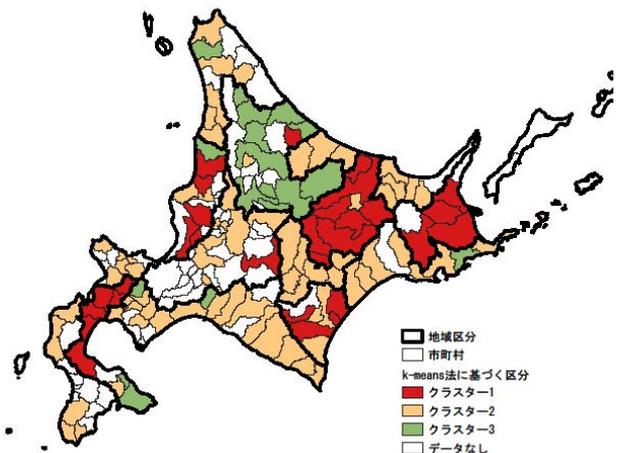


図-1 2001～2020年の各年10月の最大捕獲数にもとづくk-means法による市町村の区分

表-1 2021年6月の野ねずみ発生予察調査において野ネズミの識別に誤認が疑われた件数

正しい種	誤った分類	件数
エゾヤチネズミ	その他	5
ミカドネズミ	エゾヤチネズミ	4
ヒメネズミ	エゾヤチネズミ	3
エゾヤチネズミ	アカネズミ	1
ヒメネズミ	アカネズミ	43
アカネズミ	ヒメネズミ	8
トガリネズミ	ヒメネズミ	1
アカネズミ	ミカドネズミ	1



写真-1 野ネズミの誤認事例  
(左から、エゾヤチネズミ(幼体)、エゾヤチネズミ、トガリネズミ、ヒメネズミ)

注) ここでは誤認されたネズミの数ではなく誤認があった写真1枚を1件、1枚の写真に異なる誤認があった場合は誤認1つにつき1件とカウント

## 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・南野一博(2022) 哺乳類3種による獣害の特徴と見分け方-カラマツ幼齢木を中心に-. 北方林業73(2): 27-30

# ニホンジカによる植生への現在の影響は深刻なのか？ 過去数千年の個体群動態からの検証

担当G：道北支場

共同研究機関：森林総合研究所（主管）、岐阜大学、山梨県森林総合研究所、  
兵庫県立大学

研究期間：令和3年度～令和6年度 区分：公募型研究

## 研究目的

近年、日本各地でニホンジカの個体数が増加して植物種多様性が著しく低下する等の現象が生じており、植生への影響度を低減することが求められている。しかし、ニホンジカは日本の在来種であるため、現在見られるような植生への影響が過去にも生じていた可能性がある。そこで、ニホンジカとニホンジカの嗜好性植物、不嗜好性植物の塩基多型から、過去の個体群サイズを地域ごとに推定することにより、現在のニホンジカによる植生への影響度を、過去数千年スケールで位置付けて評価する。

## 研究方法

調査地

北海道道央以東の各地（収集済エゾシカサンプルの収集範囲）

北海道における採集候補植物種

アキノキリンソウ、ツリフネソウ、エゾアジサイ、クリンソウ、フタリシズカ

## 研究成果

植物試料の採集

芦別市、深川市、上川町、中川町、津別町、西興部村、釧路市音別町、釧路市阿寒町、厚岸町において候補種を探索し、5種合計204点のサンプルを採集した（図-1）。

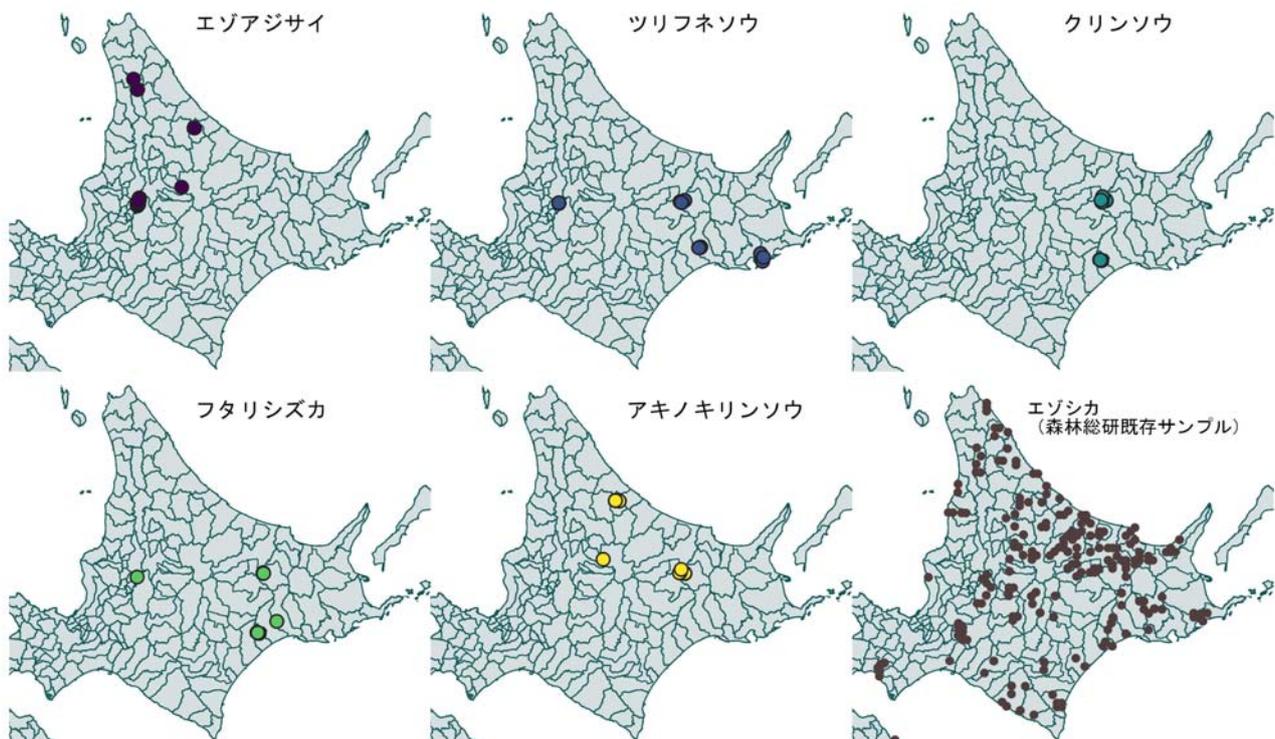


図-1 試料採集地点

## ニホンジカ忌避剤効果試験

担当G：道北支場、保護種苗部保護G

協力機関：別海町森林組合

研究期間：令和3年度 区分：受託研究（林業薬剤協会）

### 研究目的

カラマツが適用対象となっていない忌避剤について、ニホンジカに対する食害防止効果を明らかにする。

### 研究方法

調査地：別海町145林班  
カラマツ2年生  
処理方法：供試薬剤10倍希釈、供試薬剤20倍希釈、  
対照薬剤、無処理（各30本×3反復）

試験期間：6月29日～9月28日  
調査項目：当年枝の伸長量  
食害の発生状況  
薬害の発生状況

### 研究成果

#### 1. 当年枝の伸長量

試験開始から28日後及び91日後の調査において、10倍希釈区と無処理区の当年枝伸長量に有意差が認められた（図-1）。しかし、樹高のばらつきが大きく、91日後の樹高はいずれの処理間にも有意差は認められなかった。

#### 2. 食害の発生状況

10倍希釈区における食害は、いずれの期間も無処理よりも有意に少なかった（図-2）。

#### 3. 薬害の発生状況

供試薬剤散布区（10倍希釈区、20倍希釈区）では薬害と考えられる変色や失葉が認められたが（図-3）、樹高成長への影響は認められなかった。

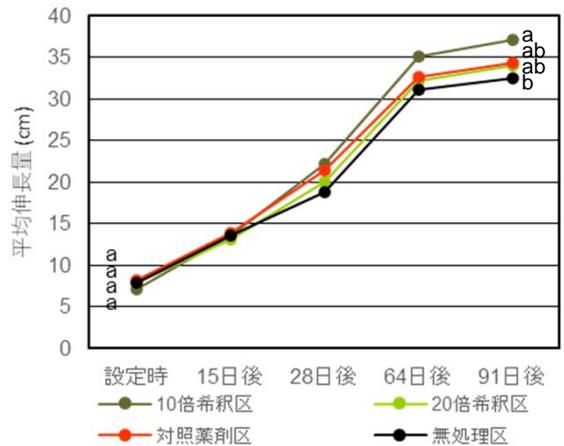


図-1 当年枝の伸長量（同じアルファベットは有意差がないことを示す）

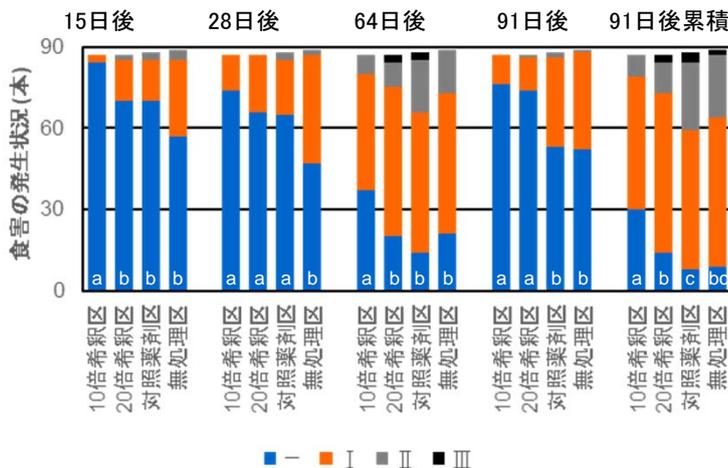


図-2 食害の発生状況（同じアルファベットは有意差がないことを示す）

－：食害なし、I：わずかに食害、II：枝先の10%前後を食害、III：枝先の30%前後を食害



図-3 薬害とみられる葉の変色（7月27日 20倍希釈区）

### 研究成果の公表

・明石信廣・南野一博（2022）ニホンジカ忌避剤効果試験。令和3年度林業薬剤等試験成績報告集 68-78

# ストレス環境を考慮したカラマツ類の病虫害抵抗性の比較

担当G：保護種苗部保護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整備課・森林環境局森林活用課、北海道大学

研究期間：令和2年度～令和4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カラマツ類造林での病虫害リスクを考慮した効率的な植栽の実現にむけて、若齢林でのカラマツ類の病虫害被害状況を示すとともに、カラマツ類の病虫害抵抗性の違いやストレス環境（乾燥・食葉性害虫などによる失葉）が各樹種の病虫害抵抗力をどの程度低下させるのかを明らかにする。

## 研究方法

### 1. 植栽地での病虫害発生状況調査

方法：カラマツ（以下JL）、グイマツ雑種F<sub>1</sub>（以下F<sub>1</sub>）、クリーンラーチ（以下CL）混合植栽地における病虫害の発生状況を調査するとともに、カラマツ落葉病の被害と葉の養分状態の関係を調査

### 2. 乾燥と失葉のストレス下での病虫害抵抗性

方法：JL、F<sub>1</sub>、CLの2年生ポット苗に対して乾燥処理と食葉性害虫による失葉を模した摘葉処理を2020年と2021年に実施し、成長と縮合タンニン量（病虫害抵抗物質）への影響を評価

## 研究成果

### 1. 植栽地での病虫害発生状況調査

JLとF<sub>1</sub>・CLとの間では植栽初期の枯損原因が異なり、JLでは野鼠害などの獣害による枯死が多かったのに対し、F<sub>1</sub>・CLでは、ならたけ病（写真-1）などによる枯死が多いことが分かった。また、F<sub>1</sub>やCLで発生しやすいカラマツ落葉病に対する感受性は、CLを除いて、葉の養分バランスと関係がみられ、N/P比が高い個体で激害となる傾向があった（図-1）。

### 2. 乾燥と失葉のストレス下での病虫害抵抗性

2年間の乾燥と失葉処理が成長や光合成活性に与える影響は樹種によって異なり、F<sub>1</sub>とCLでは失葉時に低下量が大きかったのに対し、JLでは乾燥時に低下量が大きかった。

病虫害抵抗性に関しては、葉では縮合タンニン量への各処理による明瞭な影響が見られなかった。一方で、根系においては、どの樹種においても摘葉処理個体において縮合タンニン量の低下がみられ（図-2）、食葉被害時には根系の病虫害抵抗性が低下する可能性が示唆された。



写真-1：ならたけ病による枯損木  
枯損木の地際部樹皮下にはナラタケ属菌の白色菌糸膜がみられる(右)

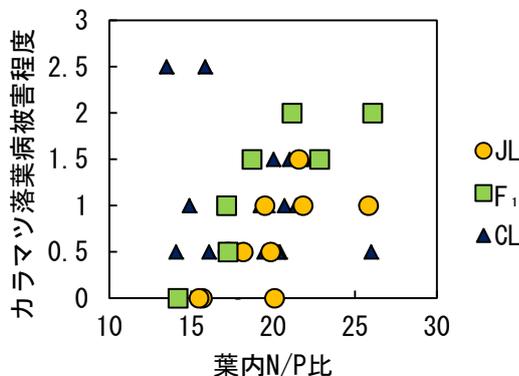


図-1：葉の養分状態とカラマツ落葉病被害程度の関係 和田ら2022（一部改変）

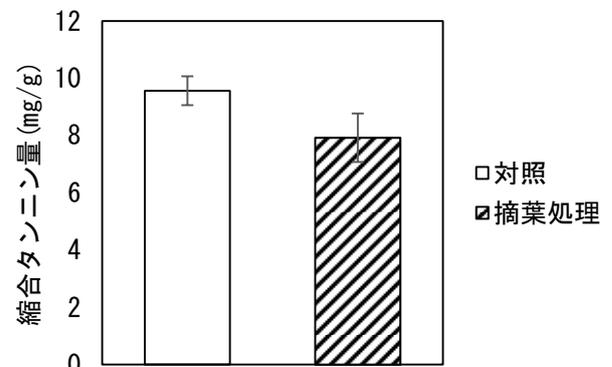


図-2：JLでの摘葉時における根系の病虫害抵抗物質（縮合タンニン量）

## 研究成果の公表

和田ら（2022）クリーンラーチにおけるカラマツ落葉病の発生状況と生理状態。北方森林研究 70：65-68

和田ら（2022）カラマツ苗木における乾燥と失葉処理時の葉と根系の病害抵抗性。第133回日本森林学会大会（オンライン）

# 北海道で急増するカラマツの大量枯死の原因解明 — 病虫害と衰弱要因の解明 —

担当G：保護種苗部保護G

協力機関：北海道水産林務部、森林総合研究所、日本大学、北海道大学

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

北海道ではカラマツがここ数年で急激に衰弱し、大量枯死する事例が発生しているが、枯死原因は未だ特定されていない。本研究では、1) カラマツの直接的な枯死原因となっている病虫害の特定、2) 気象条件などカラマツを衰弱させる要因の特定により、北海道で急増するカラマツの大量枯死の原因を明らかにする。

## 研究方法

### 1. 全道的な被害の把握

- 2021年度に発生したカラマツの枯損被害と気象条件の関係を解析した。
- 使用したデータ  
枯損被害：北海道庁森林整備課集計データ  
気象条件：農研機構メッシュ農業気象データ

### 2. 被害多発地における詳細調査

- 調査地：足寄：228-2、三笠：18-3、奈井江：12-2、上富良野：①2-62、②66-29
- 方法：0.1haプロットの毎木調査
- 測定項目：直径、葉量、ならたけ害、樹脂滲出能等
- ※比較のため、被害が少ない空知・上川地方を追加
- ※林齢は、51～59年

## 研究成果

### 1. 全道的な被害の把握

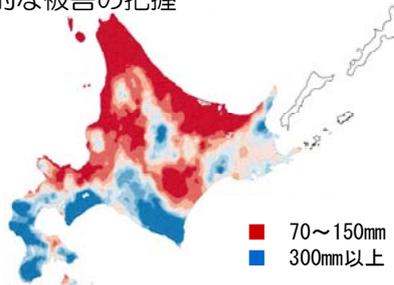


図-1 2021年5～7月の降水量の合計値 (農研機構メッシュ農業気象データ使用)

2021年5～7月の降水量を調べたところ、1973年以来最大規模の乾燥イベントが発生していた(図-1)。地域差をみると、特にオホーツク地方、上川地方などで雨量が少なかった。これらの地点は2021年度のカラマツ枯損被害の多発地域と一致しており、乾燥がカラマツの枯損をもたらした可能性が示唆された。

### 2. 被害多発地における詳細調査



写真-1 カラマツ枯死林分(上富良野66-29)



写真-2 生立木上の根状菌糸束

5林分の枯死率は、足寄7.3%、三笠16.9%、奈井江7.5%、上富良野①0%、上富良野②69.5%で、これまでの被害多発地(十勝地方)以外の上富良野でも大量枯死が発生していたことが明らかとなった(写真-1)。穿孔・剥皮調査からは、直接の枯死原因がカラマツヤツバキクイムシとナラタケ属菌であることが推察された(図-2)。本調査により、枯死被害が顕在化していないカラマツ林でもならたけ病に初期感染(写真-2)している個体が多いことが明らかとなった。

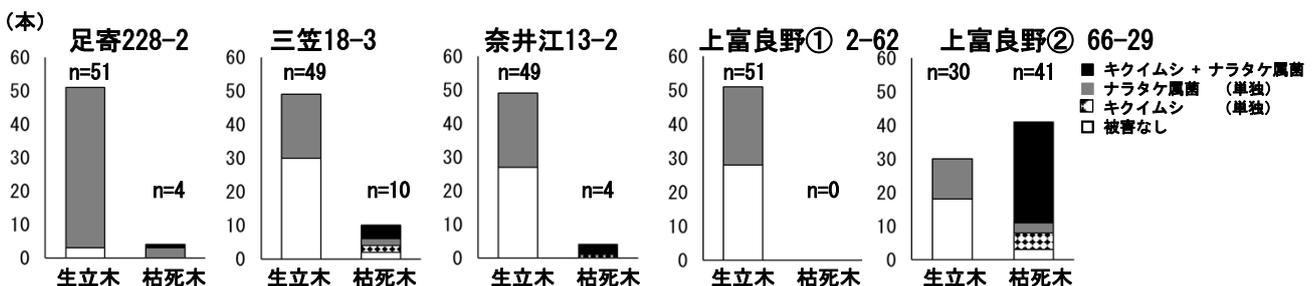


図-2 カラマツ生立木、枯死木の病虫害被害状況(5林分で調査、プロット外の周辺木含む)

# 地域特性に応じた再生可能エネルギー供給と省エネルギー技術の社会実装

## 2.(1) 木質バイオマスの利用拡大技術の開発

担当G：森林経営部営G、道北支場

共同研究機関（協力機関）：エネルギー・環境・地質研究所（主管）、林産試験場、  
建築性能試験センター、北方建築総合研究所、（当別町、㈱東日本計装）

研究期間：令和元年度～5年度 区分：戦略研究

### 研究目的

木質バイオマス利用のための先進的な技術・手法の実証、導入施設におけるバイオマスエネルギーの利用技術の高度化により、木質バイオマスの利用拡大のための政策立案に必要な課題を解決するとともに、その導入プロセスを構築することを目的とする。

### 研究方法

#### ○現地調査

調査対象 トドマツ人工林6小班13プロット  
面積 0.04ha(20m×20m)  
調査内容 直径(cm)、樹高(m)

#### ○UAV空撮

調査対象 トドマツ人工林4小班9プロット  
調査内容 UAV空撮、データ解析

### 研究成果

昨年に引き続きUAV空撮画像および現地調査によるグラントゥールースデータを収集した。昨年度の調査で林分内での成林状況の違いが見られたため、今年度は成林状況の異なる林分での地上調査及びUAV撮影を行った（表-1）ところ、同一小班内でも混交率の差が複数の小班で確認された。

これまでの現地調査結果から、当別町のトドマツ人工林における林分ごとの地位指数を求めたところ、平均20.6で、全道平均17よりも高かった（図-1）。気象要因等から地位指数を予測するモデルを作成したところ、年降水量が低く、年最深積雪深が高いほど地位が高い傾向にあった。

表-1 今年度実施した現地調査とUAV空撮の概要

林小班	空撮	調査区	林分材積 (m <sup>3</sup> /ha)		
			トドマツ	その他	トドマツ率
16-44	○	1	401.8	0.0	1.00
		2	386.3	121.0	0.76
57-25	○	1	794.4	0.0	1.00
		2	575.6	0.0	1.00
59-4		1	486.4	0.0	1.00
		2	631.4	0.0	1.00
59-7	○	1	359.8	113.9	0.76
		2	336.1	73.4	0.82
60-8		1	548.3	0.0	1.00
		2	549.9	0.0	1.00
93-17	○	1	553.9	0.0	1.00
		2	329.2	0.0	1.00
		3	338.5	0.0	1.00

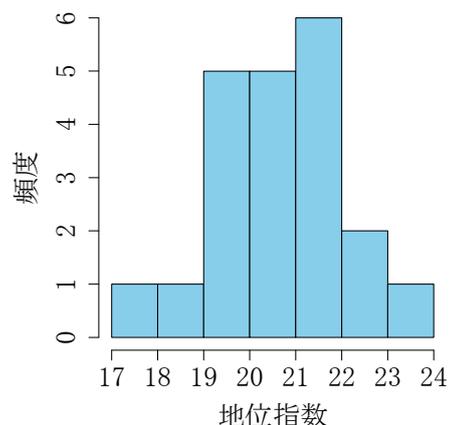


図-1 当別町トドマツ人工林の地位指数の頻度分布

### 研究成果の公表(文献紹介や特許など)

山田健四(2021) 木質バイオマスのエネルギー利用における「炭素負債」と北海道人工林での検討。第70回北方森林学会 ポスター発表