



道総研

ISSN 0910-3945

北林試研報  
Bull. Hokkaido  
For. Res. Inst.

# 北海道林業試験場研究報告

第62号 (2)

**BULLETIN  
OF THE  
HOKKAIDO FORESTRY RESEARCH INSTITUTE**

No. 62 (2)

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構  
森林研究本部 林業試験場

美唄市 光珠内

令和7年9月

FORESTRY RESEARCH INSTITUTE  
FOREST RESEARCH DEPARTMENT  
HOKKAIDO RESEARCH ORGANIZATION  
BIBAI, HOKKAIDO, JAPAN

September 2025

# 北海道林業試験場研究報告 第62号 (2)

## 目 次

明 石 信 廣 南 野 一 博 舟 生 憲 幸	後志地方におけるクマイザサの一斉開花と幼齡カラマツ類造林地に…… おける野ネズミ被害	39
<b>研究資料</b>		
中 川 昌 彦 宮 田 理 恵 石 塚 航 来 田 和 人 今 博 計	さし木苗と実生苗を用いたグイマツ雑種F <sub>1</sub> 低密度植栽実証林の…… 20年生までの成長と生残	49

# Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute

No.62 (2)

## Contents

Mass flowering of *Sasa* sect. *sasa* and vole damage occurred in planted young larch stands in Shiribeshi district, western Hokkaido, Japan 39

..... Nobuhiro AKASHI, Kazuhiro MINAMINO, Noriyuki FUNYU

### Research Material

Twenty years of growth and survival of low-density plantations of hybrid larch (*Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*) planted using seedlings and rooted-cuttings. 49

..... Masahiko NAKAGAWA, Rie MIYATA, Wataru ISHIZUKA, Kazuhito KITA, Hirokazu KON

# 後志地方におけるクマイザサの一斉開花と幼齡カラマツ類造林地における野ネズミ被害

明石信廣\*・南野一博\*・舟生憲幸\*\*

## Mass flowering of *Sasa sect. sasa* and vole damage occurred in planted young larch stands in Shiribeshi district, western Hokkaido, Japan

Nobuhiro AKASHI\*, Kazuhiro MINAMINO\*, Noriyuki FUNYU\*\*

### 要旨

後志地方では2023年に広い範囲でクマイザサが一斉開花し、2024年春にはこの地域のカラマツ類（カラマツ、グイマツ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>）造林地において多くの野ネズミ被害が報告された。そこで、11年生以下のカラマツ類造林地39林分において被害調査を行うとともに、この地域において実施された野ネズミ発生予察調査のデータと合わせて、クマイザサの開花結実がエゾヤチネズミの増加、カラマツ類の被害に繋がったのかどうかを検証した。野ネズミ発生予察調査では2023年にエゾヤチネズミの顕著な増加は見られなかったが、調査を行ったすべてのカラマツ類造林地において野ネズミ被害が発生していた。主軸の頂端にまで及ぶ剥皮被害が発生していた造林地も多く、被害は積雪の多い時期に発生したと考えられた。ササの結実後にエゾヤチネズミが繁殖を繰り返して大発生に至るには時間を要すると考えられ、予察調査が行われた10月よりも後にエゾヤチネズミが急増した可能性が考えられた。また、周辺でササの一斉開花が見られなかった林分でも大きな被害が発生しており、ササの開花結実後に高密度になったエゾヤチネズミが周辺林分に移動した可能性が考えられた。

キーワード：エゾヤチネズミ、カラマツ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>、クマイザサ、一斉開花

### はじめに

2022年から2023年にかけて、北海道の広い範囲でクマイザサの一斉開花が観察された(明石2024)。2022年には部分的な開花にとどまった地域が多かったが、2023年には多くのクマイザサが開花した地域が道南から道北まで広く見られた。ササの一斉開花・結実が野ネズミ類に一時的に大量の餌資源を供給することから、野ネズミの個体数や野ネズミによる森林被害の増加をもたらす要因として古くから注目されてきた(犬飼1955, 水島1977)。北海道では、1939~1942年天塩・北見地方及び石狩・後志地方におけるクマイザサ、1954年太平洋岸一帯におけるミヤコザサ、1975年石狩・空知・胆振地方などにおけるチシマザサの開花が知られている(水島 1977)。な

お、ササの分類にはさまざまな見解があるが(鈴木1978; 小林2017など)、本稿においてクマイザサとは、豊岡ら(1983)が用いている北海道のササ類の4タイプ(チシマザサ、クマイザサ、ミヤコザサ、ズ)のうちクマイザサを指すものとし、小林(2017)がササ属クマイザサ節に分類した種のほか、チシマザサ節—チマキザサ節交雑複合体(小林2019)等も含んでいる。

北海道に生息する野ネズミのうち、森林被害をもたらすのはエゾヤチネズミである(中田2015)。過去のササ類の一斉開花に関連して、1954年のミヤコザサの開花時に野ネズミ類の増加が報告されている。三石町(現新ひだか町)で行われた調査では、造林地の周辺(面積は示されていない)において、1953年11月に22頭だったエゾヤチネズミが1954年5月に69頭、

\* 北海道立総合研究機構林業試験場 Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Bibai, Hokkaido 079-0198

\*\* 北海道水産林務部森林海洋環境局長産業課美唄普及指導員室 Bibai Promotion Instructor Room, Growth Industries Division, Bureau of Forest and Marine Environmental Affairs, Department of Fisheries and Forestry, Hokkaido Government, Bibai, Hokkaido 079-0198

[北海道林業試験場研究報告 第62号 (2) 令和7年9月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No. 62 (2), September, 2025]

10月には142頭に増加し、エゾアカネズミは1953年11月に2頭、1954年5月に0頭だったが1954年10月には226頭にまで大発生した(記号放逐法による、柴田 1955)。門別町(現日高町)厚賀では、1954年5月に15頭/haだったエゾヤチネズミが10月には190頭まで増加したが、エゾアカネズミの大きな増加は見られなかった(芳賀ら1956)。一方、足寄ではエゾヤチネズミ、エゾアカネズミともに1954年8月と11月で大きな増加は見られなかった(芳賀ら1956)。

1975年のチシマザサの開花時に広島町(現北広島市)楸山において調査を行った水島・中尾(1976)は、はじきわなによるエゾヤチネズミの捕獲数が6月から10月に4倍に増加したこと、胃内容物の調査からエゾヤチネズミはササの種子をよく食べていたことを示した。エゾアカネズミの大きな増加は見られなかった。札幌市羊ヶ丘で調査を行った前田(1982)は1975年のチシマザサの開花結実の影響について、「花穂が準備される前年の冬は、積雪下でエゾヤチネズミの食糧となるために、この種が集まり、融雪後の7月ころには落下種子を求めて種子食性のアカネズミ、ヒメネズミ、ミカドネズミ、その後やがて雑食性のドブネズミが増えた」と記している。

このように、過去のササ一斉開花枯死後のエゾヤチネズミの個体数の変動パターンはさまざまであった。ネズミ類の個体数はササの開花結実がなくても年ごとに変動しており(Saitoh et al. 1998)、どこまでがササの影響なのかを判断するのは難しい。田中(1955)は、北海道で野ネズミによる森林被害が発生した1951年の前年にササの著しい開花はなく、太平洋沿岸地方においてミヤコザサが一斉開花した1954年には野ネズミが大発生したが、その範囲は開花範囲を越えてかなり北方に広がっていたと記している。水島・中尾(1976)は「ササ結実とネズミ大発生との関係は、必ずしも一定ではないというのが一般的な考え方のような」と記している。

北海道における2023年のクマイザサの一斉開花の後に全道の一般民有林、道有林で実施された野ネズミ発生予察調査(中田2015、地方独立行政法人北海道立総合研究機構林業試験場2024)におけるエゾヤチネズミ捕獲数を見ると、広くクマイザサの開花が見られた道有林上川南部管理区(10地点)では8月、10月に各2地点で60頭/0.5ha以上捕獲されるなど多くの調査地点で高い水準であったが、上川南部管理区以外の調査地点ではクマイザサの開花していた場所であってもエゾヤチネズミの顕著な増加は見られなかった(明石ら2023)。また、道有林上川南部管理区における10月の捕獲個体の一部について繁殖状態を確認したところ、すでにほとんどが繁殖活動を終えており、10月以降にさらに増加する兆候は見られなかった(明石ら2023)。

2024年春には、全道における野ネズミ被害の報告が前年に比べて倍増し(北海道水産林務部森林整備課資料による)、特に後志地方では多くの被害が報告された。しかし、森林被害報告は全域あるいは無作為抽出により調査された結果ではな

く、所有者等により被害が確認された箇所だけが報告され、それ以外の林分で被害がなかったのかどうかは分からない。また、後志地方における前年の野ネズミ発生予察調査ではエゾヤチネズミ捕獲数が顕著に多かったわけではなく、なぜ多くの被害が発生したのかは不明であった。そこで、後志地域のカラマツ類植栽地において、野ネズミ被害の発生状況とその周辺でのササの開花枯死状況を調査するとともに、野ネズミ発生予察調査における2000年以降のエゾヤチネズミ捕獲数と比較し、2023年のクマイザサの一斉開花がエゾヤチネズミの増加をもたらした、野ネズミ被害の発生に繋がったのかどうかを検証した。

## 方法

### 1. 野ネズミ被害調査

2024年5月19日、蘭越町の一般民有林にあるカラマツ4年生1林分において予備調査を行い、調査項目を検討した後、道有林では2024年7月16～17日、一般民有林では7月18～19日に関係機関職員の協力を得て以下のとおり調査を行った。

10年生以下のカラマツ、グイマツ及びグイマツ雑種F<sub>1</sub>(以下、カラマツ類とする)を調査対象とした。一般民有林ではニセコ町、蘭越町、真狩村、喜茂別町を対象として、森林調査簿で該当林分を抽出し、できるだけこれらの町村内で広い地域を含むように調査林分を選択しながら調査を行った。ニセコ町の1林分は調査予定だった林分ではなく近接する11年生林分で調査を行ったが、このデータも解析に含めた。道有林では森林調査簿から後志管理区全域の該当小班を抽出し、倶知安町及び該当小班が集中していた長万部町、黒松内町において調査を行った。黒松内町では数百m離れた同一小班内2地点で実施した調査地点があり、別の調査林分として扱った。

調査対象とした各小班において、それぞれの調査者が、合計100本になるまでカラマツ類の植栽木について野ネズミによる被害状況を順に調査した。ただし、ニセコ町の1林分は植栽木を77本しか発見できなかった。被害は次の6段階に区分した。

- 0 被害無し
- 1 全周に至らない剥皮
- 2 局所的な全周剥皮
- 3 全周剥皮が長さ30cm以上
- 4 3に加え、頂端まで剥皮
- 5 主軸の先端のみ食害

野ネズミ被害では、枝の先端の切断だけでなく枝の剥皮が認められることが多く、当初は0～4の5区分としたが、今回の調査では、一部の調査地で主軸の先端のみが食害される事例が見られたため、5を追加した。5ではエゾシカやノウサギの食痕と類似していたが、食痕の歯形の大きさから識別した。なお、2023～2024年冬季よりも明らかに古い被害もわ

表-1 各調査地について記録した環境条件

項目	区分
地形	1 低地（起伏が小さく、低くて平坦な土地、山地の沢沿い平坦地） 2 台地・段丘（周囲より階段状に高くなった平坦な土地） 3 扇状地・山麓堆積地形（山地や崖・段丘崖の下方にあり、山地より斜面の緩やかな土地） 4 丘陵地（山地にある起伏の緩やかな尾根や斜面）・山地斜面・尾根
植生	1 ササ 2 ササ以外
下刈り	1 全刈 2 筋刈 3 なし
ササの開花状況	1 林分内または隣接地で昨年開花 2 林分内または隣接地に昨年の開花地がない、あるいはササが生育していない

ずかに見られたが、今回調査を行った7月時点では2023～2024年冬季の被害部位もすでに変色等により古い被害との区別が困難であったため、区別せずに集計した。

各調査地では林分内の地形、植生、下刈り及び周辺のササの開花状況を表-1のように区分して記録した。造林地におけるエゾヤチネズミ被害と関連する要因として、林齢、過去被害の程度、樹種、粗朶枝条の多寡、隣接地の林相、下刈りの方法、地形が挙げられているが（中田ら 2000）、過去の被害や粗朶枝条については、特に下刈りが行われていない林分での確認が難しく、記録できなかった。また、隣接地の林相は一様ではなく、一つの林分の周囲には多様な林相が含まれるため、記録したが解析には含めなかった。対象地域は2023年にクマイザサ（チシマザサ節一チマキザサ節交雑複合体と判断されるものを含む）の多くが一斉開花した範囲に含まれる（明石 2024）。必ずしもすべてのササが一斉開花したわけではないが、一斉開花したところでは2024年にはササの新たな稈の発生がほとんどなく、枯死稈が広がっていたことから、各調査地周辺での2023年のササの開花状況を推測して記録した。

## 2. 森林被害報告との比較

被害率の高い林分では、2024年の下刈りを中止したところが多く、調査時点で草本が繁茂していた。発見できたカラマツ類植栽木について調査を行ったが、著しい食害によって枝葉がほぼ失われて枯死した苗木はすべてを発見することができず、被害を過小に記録している可能性がある。その影響を確認するため、今回調査を行った箇所について、被害の区分が1以上であったものをすべて被害有りとして被害率を求め、草本が繁茂する前に森林組合等によって調査された森林被害報告の被害率と比較した。

## 3. 被害率と関連する要因の解析

被害率と関連する要因について、目的変数を各調査地における被害有りの本数、説明変数を調査地の樹種、林齢、林齢

の2乗、地形、植生、下刈り、ササの開花状況、オフセット項を各調査地における調査本数の対数とする一般化線形モデル（誤差分布は負の二項分布）によって解析した。説明変数に林齢の2乗を含めたのは、林齢と被害の関係が直線的ではなく、被害を受ける確率がある林齢で最大となることを想定したためである。林齢と林齢の2乗の多重共線性を回避するため、林齢を中心化（林齢から林齢の平均値を引く）し、林齢の2乗についてもこの値をもとに計算した。すべての説明変数を含むモデル、説明変数を減らしたモデルについてAICを比較し、AICが最小のモデルを野ネズミ被害を説明するモデルとした。3つ以上のカテゴリーを含む変数については、Tukey法により多重比較を行った（Hothorn et al. 2008）。

## 結果

道有林後志管理区及びニセコ町、蘭越町、真狩村、喜茂別町の一般民有林に10年生以下のカラマツ類人工林は164小班あり、このうち37小班38箇所を調査を行った（表-2）。このほか、ニセコ町の11年生カラマツ林1林分を調査を行った。すべての調査地において野ネズミ被害の発生が確認され、被害率は2～100%であった（図-1）。

主軸の先端のみの切断（被害区分5）もわずかに見られたが、ほとんどの被害は剥皮であった（図-2）。6～8年生でも過半数の植栽木が主軸の頂端まで剥皮されていた林分もあった。

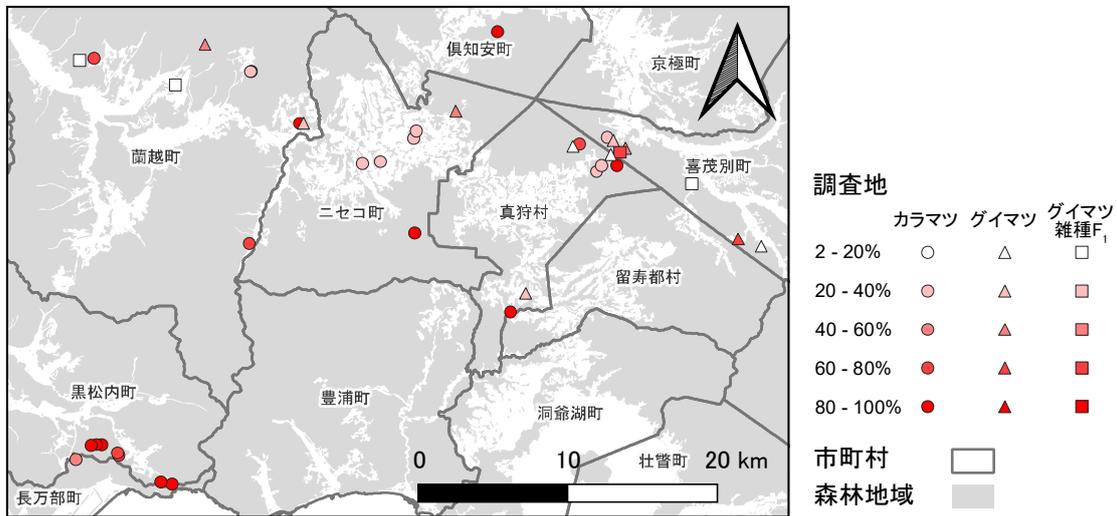
調査を行った39林分のうち林床でササが優占していたのは6林分のみで、ほとんどの林分でキク科やイネ科の草本が優占していた。30林分で林分内あるいは隣接地においてクマイザサの一斉開花・枯死が観察された。9林分では周辺にクマイザサの開花・枯死が見られないか、クマイザサの生育が確認できなかった。

2、3年生の調査地では、被害報告の被害率に比べて今回の調査における被害率は著しく低い調査地が多く（図-3）、今回の調査では被害木の多くを見落としていることが示された。4年生以上の調査地では、被害率に大きな差がないか、今

表一 2 10年生以下のカラマツ類の小班数及び調査地点数

	該当小班数(括弧内は調査地点数)					
	道有林			一般民有林		
	カラマツ	グイマツ	グイマツ 雑種 F <sub>1</sub>	カラマツ	グイマツ	グイマツ 雑種 F <sub>1</sub>
長万部町	2 (1)	0	0	—	—	—
黒松内町	12 (7)	0	0	—	—	—
蘭越町	3	0	0	43 (5)	10 (2)	19 (2)
ニセコ町	1	0	0	7 (4)	6 (1)	6
真狩村	1	0	0	13 (5)	6 (3)	0
喜茂別町	0	0	0	6 (1)	15 (4)	6 (2)
倶知安町	1 (1)	1	0	—	—	—
豊浦町	6	0	0	—	—	—

このほか、ニセコ町の一般民有林カラマツ11年生1林分でも調査を行った。



図一 1 調査地点と被害率

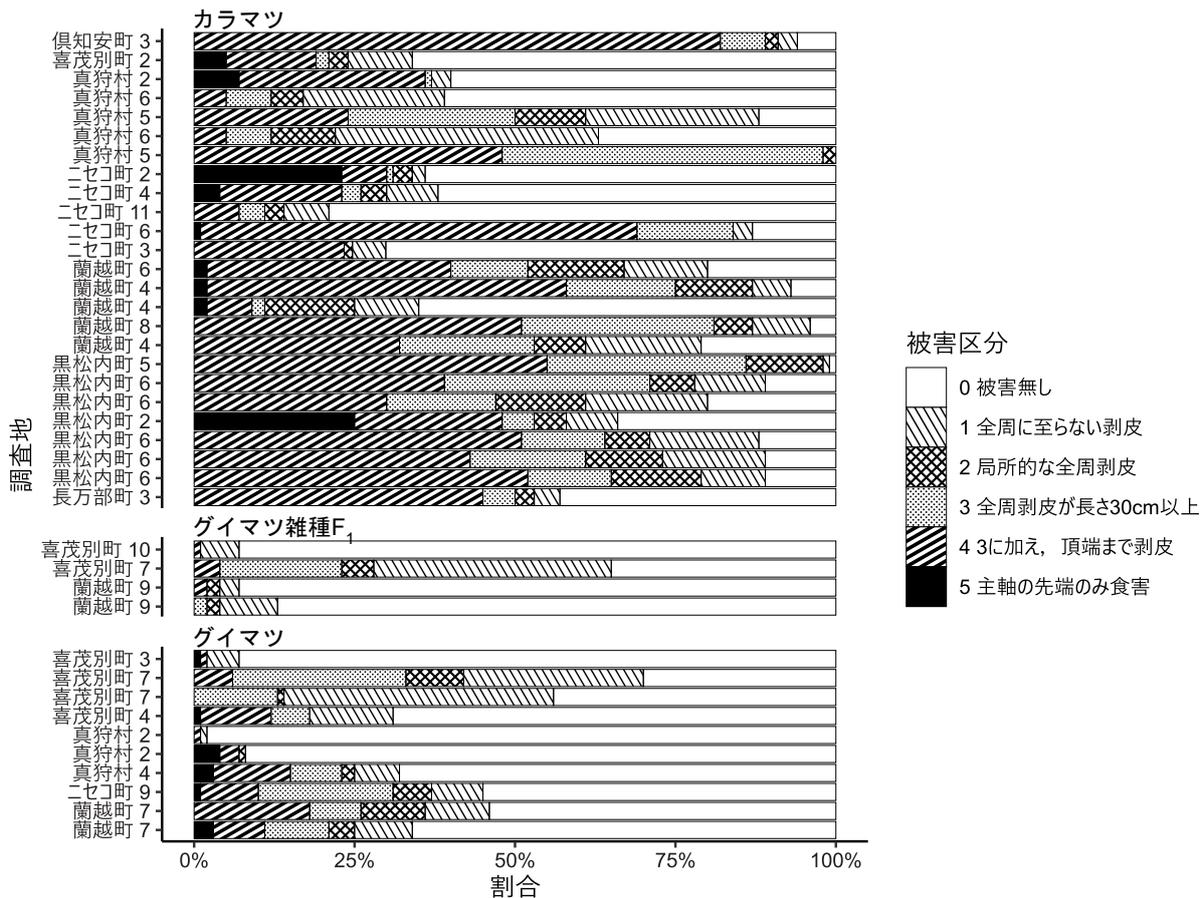
回の調査のほうが高い値であった。これらの林分では植栽木の見落としはほとんど無かったと考えられる。そこで、4年生以上の29林分のデータをもとに、一般化線形モデルによる解析を行った。最もAICの小さなモデルは植生、下刈り及びササの開花状況を含まないモデルであった(表-3)。カラマツ、グイマツ、グイマツ雑種F<sub>1</sub>には係数に有意差があり、カラマツの被害率が高かった。地形では、低地の林分に被害が多く、扇状地・山麓堆積地形、丘陵地・山地斜面・尾根との間に有意差が認められた。

考察

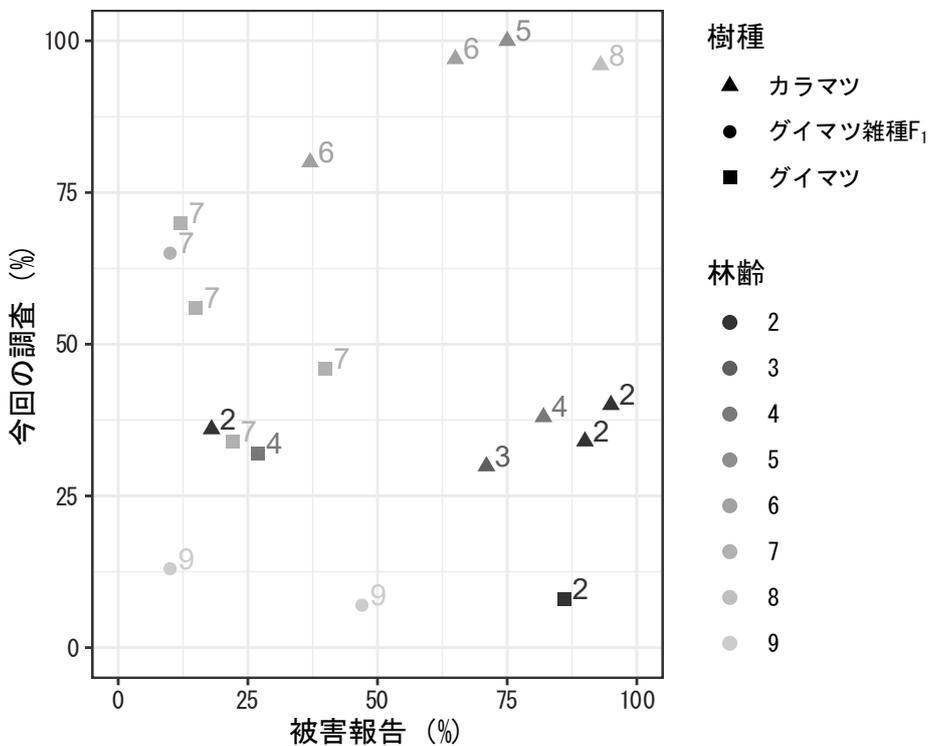
1. ササの開花とカラマツ類人工林の被害

今回調査を行った後志地方では、2023年に広い範囲でクマイザサが一斉開花した。2024年7月に実施した被害調査において、すべての調査地39林分において野ネズミ被害が確認さ

れた。2~3年生林分では被害率は比較的低かったが、同じ林分で草本が繁茂する前に森林組合等によって調査された森林被害報告では、より高い被害率が報告されていた林分が多いことから、植栽木の樹高が低い2~3年生林分では今回の調査において見落としが発生していたと考えられる。6~8年生林分でも主軸の頂端にまで及ぶ剥皮被害が各地で見られたことは、積雪期にエゾヤチネズミが非常に高い密度になり、カラマツ類に被害をもたらしたことを示している。調査地のうち、林床にササが優占していたのは6箇所のみであり、ほとんどの調査地では、林分内のササの結実により増加したエゾヤチネズミがカラマツ類を加害したとは考えにくい。しかし、隣接地にはササが生育していることが多く、ササが一斉開花、結実した隣接地で増加したエゾヤチネズミが周辺のカラマツ類人工林に移動してカラマツ類を加害したことが考えられる。柴田(1955)は1954年のミヤコザサ一斉開花時に、三



図一 2 各調査地における被害区分ごとの本数割合  
 バーは各調査地（市町村，林小班順に示す），左端に市町村名と林齢を示す。



図一 3 被害報告における被害率と今回の調査における被害率の比較  
 図中の数字は林齢を示す。

表-3 調査木のうち被害があった木の本数を説明する一般化線形モデルの係数

変数	係数	標準誤差	Z 値	
(Intercept)	-0.947	0.243	-3.896	P<0.001
樹種グイマツ雑種 F <sub>1</sub>	0.000			a
カラマツ	1.184	0.226	5.250	b
グイマツ	0.670	0.232	2.889	c
林齢	0.162	0.058	2.798	P=0.005
(林齢) <sup>2</sup>	-0.081	0.016	-5.126	P<0.001
地形 1	0.000			a
2	-0.358	0.194	-1.850	ab
3	-0.551	0.197	-2.802	b
4	-0.470	0.175	-2.689	b

林齢は平均値 (5.33) を引くことにより中心化した値を用いた。  
環境条件の変数については表-1 参照。各変数について同じアルファベットを付したものは5%水準で有意差がなかったことを示す。

石 (現新ひだか町) の防鼠溝で囲まれた造林地において野ネズミ類を調査し、防鼠溝を越えて侵入した多くのエゾヤチネズミが捕獲されたことを報告している。

一方、調査林分内や隣接地にクマイザサの開花が見られない調査地も9箇所あったが、そこでもカラマツ類に被害が発生しており、一般化線形モデルによる解析では林分内あるいは隣接地でのササの開花状況は被害率に影響していなかった。調査地の周囲少なくとも数百mには開花したササの開花が見られない場合もあった。したがって、ササの結実により増加したエゾヤチネズミがカラマツ類を加害したとすれば、このエゾヤチネズミはクマイザサが開花結実した林分から数百m以上を移動したと考えなければならない。餌が豊富な環境のもとで冬季まで繁殖活動が続いた結果、この地域全体で2023年~2024年冬季にエゾヤチネズミが増加し、周囲の林分にも移動したため、多くの被害が発生したことが考えられる。

グイマツやグイマツ雑種F<sub>1</sub>の被害はカラマツよりは少なかったものの (表-3)、多くの被害が発生した。したがって、グイマツやグイマツ雑種F<sub>1</sub>は耐鼠性が高いとされるが、カラマツと同様の対策は必要である。また、従来の報告 (中田ら2000など) と同様に、山地や丘陵地よりも低地で被害が多い傾向が改めて示されたが、調査地点数が少ないこともあり、下刈りや植生の種類との関係は明確ではなかった。積雪期に周囲から移動してきた個体が被害をもたらしたのであれば、下刈りや植生は被害の発生にあまり影響しないことも考えられる。

## 2. ササの開花結実と野ネズミの増加

北海道における過去のササ一斉開花枯死後のエゾヤチネズミの個体数の変動パターンはさまざまであった (水島 1977)。本州、四国、九州にはエゾヤチネズミは生息していないが、エゾヤチネズミと同じキヌゲネズミ科に属するハタネズミやミスネズミが生息している。これらの地域におけるササの開花結実後のネズミ類の増減に関するこれまでの記録でも、キヌゲネズミ科が増加する場合、アカネズミなどネズミ科が増

加する場合、キヌゲネズミ科やネズミ科のネズミ類に顕著な変化が見られない場合があり、共通の傾向は示されていない (水島 1977, 桑畑 1979, Shimada et al. 2019, Suzuki et al. 2022)。

今回調査を行った7町村 (倶知安町、黒松内町、ニセコ町、蘭越町、真狩村、喜茂別町、長万部町) の道有林及び一般民有林で行われた野ネズミ発生予察調査のデータから、2000年6月から2024年10月までのエゾヤチネズミ平均捕獲数の推移をみると、一般民有林、道有林とも2009年以前には6月に少なく、8月、10月にかけて増加する季節変動を示し、年変動も大きかったが、その後は季節変動、年変動ともに小さくなり、一般民有林で2017年10月に5.0頭/0.5ha、道有林で2017年8月に9.5頭/0.5haになった後はこれらの値を超えることはなく、季節変動、年変動とも極めて小さく推移していた (図-4)。2023年10月の捕獲数は過去5年程度の期間のなかでは比較的多かったが、2017年以前の10月の捕獲数と比較すると、極めて少なかった。

今回、野ネズミ発生予察調査における10月の捕獲数が少なかったにも関わらず調査対象地域全体でカラマツ類人工林に大きな被害が発生した理由として、10月上旬の時点ではまだエゾヤチネズミに大きな増加が見られず、その後に急増したことが考えられる。ササは5~6月に開花し、7月頃に結実することが観察されている (明石2024)。エゾヤチネズミ飼育個体の妊娠期間は18~19日、雌の性成熟は60日齢で47%との報告がある (阿部1968)。すなわち、7月の結実によって栄養状態の良くなったエゾヤチネズミが繁殖し、個体数が増加するまでには少なくとも2ヶ月以上を要し、それがさらに繁殖して大発生に至るには数ヶ月を要する。2023年10月に近年では比較的多い捕獲数が記録されたが (一般民有林2.6頭/0.5ha、道有林1.9頭/0.5ha)、これは増加の初期が記録されていた可能性があり、またこの時期にも繁殖状態にあったエゾヤチネズミが多かった可能性がある。エゾヤチネズミによる林木の被害は冬季間の食物の量的、質的減少に伴う食物の相対的選択の結果であると考えられている (前田1982)。良質の食物が少ない冬季には栄養状態が最低になり、繁殖活動がほとんど休

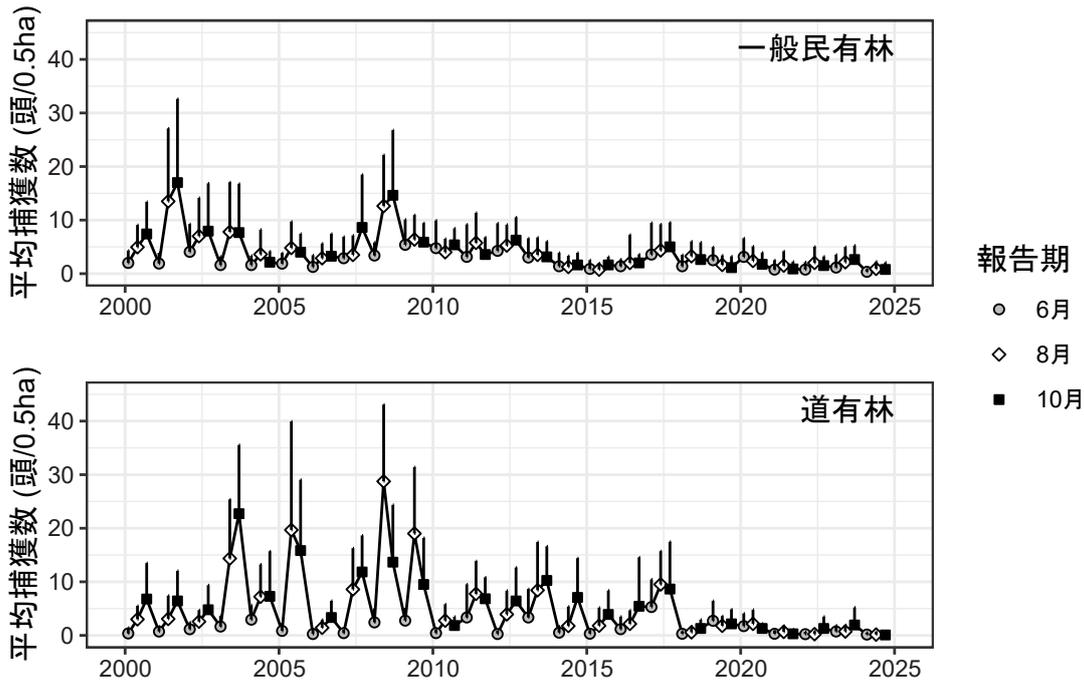


図-4 倶知安町, 黒松内町, ニセコ町, 蘭越町, 真狩村, 喜茂別町, 長万部町において実施された野ネズミ発生予察調査におけるエゾヤチネズミ平均捕獲数の推移  
縦線は標準偏差 (片側のみ) を示す。

止するが (桑畑1984), 給餌を行った実験個体群ではほとんどのメスが積雪下で冬繁殖を行ったことが報告されている (前田1982)。

2023年に後志地方と同様にササが広く開花していた道有林上川南部管理区では8月, 10月の調査において各2地点で60頭/0.5ha以上捕獲されるなど, エゾヤチネズミが非常に多くなっていた (明石ら2023)。しかし, 上川南部管理区ではササの結実前の2023年6月からエゾヤチネズミが増加傾向にあり (調査が実施された10地点の平均捕獲数13.9頭/0.5ha), エゾヤチネズミの個体数変動の増加期にササの開花結実が重なったことで非常に高密度な状態になったことが考えられる。エゾヤチネズミは高密度になると性成熟が抑制され (Nakata 1989), 秋に生まれるものが少なくなる (藤巻1969; 阿部1976)。上川南部管理区における10月の捕獲個体の一部について繁殖状態を確認したところ, すでにほとんどが繁殖活動を終えており, 10月以降にさらに増加する兆候は見られなかった (明石ら2023)。

これまでの報告でも, 開花前年に発生するチシマザサの花穂が積雪下でエゾヤチネズミの食糧になり個体数が増加するとする報告 (前田1982) や, 開花の翌年にエゾヤチネズミが増加したとする報告 (前田1977) など, ササの開花に関連するとされるエゾヤチネズミの増加時期には幅がある。1954年のミヤコザサの一斉開花時には柴田 (1955) や芳賀ら (1956), 1975年のチシマザサの一斉開花時には水島・中尾 (1976), 前

田 (1982) が野ネズミの動態への影響を報告しているが, 今回は実際の野ネズミの繁殖状態や個体数の変化, 野ネズミによるササの果実の利用に関する調査を行うことはできなかった。今回の広範囲なクマイザサの一斉開花がエゾヤチネズミ個体群に及ぼした影響に関する情報は多くはないが, ここで示した後志地方と上川南部管理区の事例から, ササの開花結実前からエゾヤチネズミ個体群が増加期にあった場合には速やかに増加するが, そうでない場合には増加まで時間を要するなど, 個体群がどのような状態であったかに左右されることが考えられる。これを検証するには, 野ネズミ発生予察調査によってエゾヤチネズミ個体数の長期的な変動を把握しつつ, ササの開花が確認された直後からエゾヤチネズミ個体群の生息密度や繁殖状態などを詳細かつ継続的に調査する必要がある。

今回のクマイザサの一斉開花とそれに伴うエゾヤチネズミの増加がもたらしたカラマツ類の食害について, 本稿では10月以降にエゾヤチネズミが増加した可能性や, ササが生育する林分で増加したエゾヤチネズミが長距離を移動した可能性について述べたが, そのプロセスを明確に示すようなデータを得ることはできなかった。また, 野ネズミ発生予察調査においてエゾヤチネズミの増加が捉えられず, 有効な防除対策を実施することができなかった。しかし, 10月の予察調査における捕獲個体を詳しく調べることなどにより, さらに増加の恐れがあるのかどうかを検討することができるだろう。過

去には野ネズミ発生予察調査において捕獲されたエゾヤチネズミの繁殖状態や体重が記録されていたが、現在では調査が簡素化され、捕獲数しか記録されていない。また、種の判別にも少なくない誤りが含まれている（南野2022）。今後、ササの一斉開花などの通常とは異なる現象が発生した場合には、一部の捕獲個体でも繁殖状態の調査を行うことや、定期的な野ネズミ発生予察調査に加えて積雪直前に臨時の調査を行うことにより、エゾヤチネズミの長期的な個体群動態と関連付けてササの一斉開花の影響を検討し、追加の防除を検討できるようにする必要がある。

## 謝辞

調査は南しりべし森林組合、ようてい森林組合、北海道後志総合振興局森林室及び林務課、北海道水産林務部森林海洋環境局道有林課及び成長産業課、林務局森林整備課とともに実施した。ご協力いただいた皆様に深く感謝する。

## 引用文献

阿部永 (1968) ヤチネズミ 2 型の生長と発育 1. 外部形質, 体重, 性成熟および行動. 北海道林業試験場報告 6: 69-89

阿部永 (1976) 北海道石狩防風林のエゾヤチネズミの個体群構成と繁殖活動. 哺乳動物学雑誌 7: 17-30 <https://doi.org/10.11238/jmammsocjapan1952.7.17>

明石信廣 (2024) 北海道における2022-2023年のクマイザサの広域一斉開花. 日本森林学会誌 106: 345-352 <https://doi.org/10.4005/jjfs.106.345>

明石信廣・南野一博・雲野明 (2023) ササの開花結実と野ネズミ被害一過去の事例と2023年の状況. 森林保護 359: 1-3

地方独立行政法人北海道立総合研究機構林業試験場 (2024) エゾヤチネズミ発生情報. <https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/database/nezumi.html> (2024年10月21日確認)

藤巻祐蔵 (1969) 天然林におけるネズミ類の生息密度と個体群構成の変動. 北海道林業試験場研究報告 7: 62-77

芳賀良一・高津昭三・阿部永 (1956) 笹枯地における野鼠生息数の変動. 野ねずみ 14: 7-8

Hothorn T, Bretz F, Westfall P (2008) Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal* 50: 346-363 <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>

犬飼哲夫 (1955) 29年度の北海道野鼠被害の展望. 北方林業 7: 205-206

小林幹夫 (2017) 日本のタケ亜科植物. 北隆館

小林幹夫 (2019) 日本産イネ科ササ亜連における若干の分類学的再検討. 植物研究雑誌 94: 242-254 [https://doi.org/10.51033/jjapbot.94\\_4\\_10953](https://doi.org/10.51033/jjapbot.94_4_10953)

桑畑勤 (1979) 滋賀県比良山におけるミヤコザサの開花結実とハタネズミの大発生について. 森林防疫 28(3): 42-46

桑畑勤 (1984) エゾヤチネズミの繁殖過程と個体群動態に関する研究. 林業試験場研究報告 327: 1-81

前田満 (1977) チシマザサの開花・結実・枯死とネズミ. さっぽろ林友 188: 43-54

前田満 (1982) 北海道におけるエゾヤチネズミの食性に関する研究. 哺乳類科学 22: 9-22 [https://doi.org/10.11238/mammalianscience.22.1and2\\_9](https://doi.org/10.11238/mammalianscience.22.1and2_9)

南野一博 (2022) 「野ねずみ発生予察調査」における誤認事例と見分け方. 光珠内季報 205: 6-12

水島俊一 (1977) 笹の一斉開花結実および木の実の豊作とネズミ類の大発生. 野ねずみ 142: 80-81

水島俊一・中尾弘志 (1976) チシマザサの結実とネズミ類生息数の変化. 野ねずみ 134: 27-30

Nakata K (1989) Regulation of reproduction rate in a cyclic population of the red-backed vole, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*. *Researches on Population Ecology* 31: 185-209 <https://doi.org/10.1007/BF02513201>

中田圭亮 (2015) 野ネズミの予察調査と防除の手引. 一般財団法人北海道森林整備公社

中田圭亮・佐々木満・松尾巖 (2000) 施業・環境因子による野ネズミ被害の数値予測. 北海道林業試験場研究報告 37: 41-49

Saitoh T, Stenseth NC, Bjørnstad ON (1998) The population dynamics of the vole *Clethrionomys rufocanus* in Hokkaido, Japan. *Researches on Population Ecology* 40: 61-76 <https://doi.org/10.1007/BF02765222>

柴田義春 (1955) 日高三石の調査から一ササの結実とネズミの動き. 北方林業 7: 229-230

Shimada T, Hoshino D, Okamoto T, Saitoh T, Noguchi K, Sakai T (2019) Population responses of rodents to the mast seeding of dwarf bamboo *Sasamorpha borealis* over the Chubu region of Japan. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute* 18: 381-387 [https://doi.org/10.20756/ffpri.18.4\\_381](https://doi.org/10.20756/ffpri.18.4_381)

Suzuki H, Kashiwagi H, Kajimura H (2022) How does the 120-year cycle mast seeding of dwarf bamboo affect the rodent population? *Ecological Processes* 11: 1-10 <https://doi.org/10.1186/s13717-022-00385-x>

鈴木貞雄 (1978) 日本タケ科植物総目録. 学習研究社

田中亮 (1955) ネズミの大発生. 自然 13 (10) : 76-83

豊岡洪・佐藤明・石塚森吉 (1983) 北海道ササ分布図概説. 林業試験場北海道支場, 札幌

## Summary

After mass flowering of *Sasa* sect. *sasa* in 2023, vole (*Cruseomys rufocanus bedfordiae*) damage to young planted larch (*Larix*

*kaempferi*, *L. gmelinii* var. *japonica*, and *L. gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*) trees were reported by forest owners from Shiribeshi district, western Hokkaido, in the spring of 2024. We conducted a damage survey at 39 sites of planted larch stands up to 11 years old and examined whether mass flowering of *Sasa* and subsequent mass fruiting caused the increase of vole populations resulting in the extensive damage on larch trees, in conjunction with census data from the Program on Prediction of Vole Density conducted in the area of damage survey. Vole damage on larch trees was observed in all sites surveyed, although the census data did not show a conspicuous increase of the vole population in this area in October 2023. In many sites bark stripping damage on some trees extended to as high as the top of the stem, suggesting that the damage occurred in winter when those sites were covered with much snow. Because it takes several months for voles to reproduce repeatedly resulting in outbreaks after mass fruiting of *Sasa* in July, the vole population was supposed to have been increased rapidly after the vole census in early October 2023. The vole damage occurred also in sites where mass flowering of *Sasa* was not observed around there. This might have been caused by the long-distance immigration of vole individuals from the high-density populations associated with the mass fruiting of *Sasa*.

**Key words**

*Craseomys rufocanus bedfordiae*, *Larix kaempferi*, *Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*, *Sasa* sect. *Sasa*, mass flowering

## 研究資料

さし木苗と実生苗を用いたグイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽実証林の  
20年生までの成長と生残

中川昌彦\*・宮田理恵\*・石塚 航\*・来田和人\*・今 博計\*

Twenty years of growth and survival of low-density plantations of hybrid larch  
(*Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi*) planted using  
seedlings and rooted-cuttings.

Masahiko NAKAGAWA\*, Rie MIYATA\*, Wataru ISHIZUKA\*, Kazuhito KITA\*, Hirokazu KON\*

## 要旨

さし木苗と実生苗を用いたグイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽実証林（道有林内5箇所6つ、植栽密度：625本/ha, 1,000本/ha, 1,333本/ha、苗木の種類：さし木苗、実生苗）の20年生までの成長と生残にかかる諸形質を報告する。20年生時の諸形質について全実証林の平均値を、さし木苗625本/ha区、実生苗625本/ha区、さし木苗1,000本/ha区、実生苗1,000本/ha区、さし木苗1,333本/ha区、実生苗1,333本/ha区の順に述べる。樹高については、15.1 m, 15.0 m, 15.9 m, 14.7 m, 15.9 m, 14.6 mであった。植栽密度の影響はなかったが、さし木のほうが実生よりも大きかった。胸高直径については、20.2 cm, 20.1 cm, 19.4 cm, 18.0 cm, 18.4 cm, 17.3 cmであった。植栽密度が小さい区画で大きく、さし木のほうが実生よりも大きかった。生存率については、40%, 44%, 50%, 55%, 46%, 48%であり、さし木のほうが実生よりも低かった。収量比数については、0.27, 0.31, 0.47, 0.51, 0.57, 0.54であった。625本/ha区より、1,000本/ha区と1,333本/ha区で大きかったが、苗木の種類による違いは認められなかった。実証林全体での生存率と収量比数の値は、グイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽が提唱された先行研究における中庸仕立て1,000本/ha植栽区の24年生までの生存率90%や、20年生時の収量比数0.7よりも大幅に低かったが、その理由について、本研究では明らかにできなかった。本研究によりクリーンラーチやグイマツ雑種F<sub>1</sub>の植栽において生存率の低さが問題になる事例の方が多くなったことから、現時点ではグイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽の実現可能性は低いと考えられる。グイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽を道内各地で実現するためには、枯死原因の解明と、中庸仕立て1,000本/ha植栽であれば生存率が先行研究と同等の24年生時90%程度を平均的に実現できる技術開発の成功が不可欠である。

キーワード：グイマツ雑種F<sub>1</sub>, 低密度植栽, さし木苗, 実生苗, 生存率

## はじめに

北海道の森林面積は554万 haであり、147万 haが人工林で、そのうち42万haがカラマツ類の人工林である（北海道水産林務部総務課 2024）。カラマツ類には、カラマツおよびグイマツ雑種F<sub>1</sub>、グイマツが含まれている。カラマツはグイマツに比べて成長がよいものの、エゾヤチネズミの食害を受けやすく、また材に曲がりが発生しやすい。このことから、カラマツの造林ではある程度の本数を植栽し、間伐時に形質の悪い

ものを取り除いていく必要がある。一方でグイマツ雑種F<sub>1</sub>は、カラマツと同じように成長が早い、カラマツよりも通直で（黒丸ら 1996）、かつ耐鼠性が高い（高橋・西口 1966）。したがってグイマツ雑種F<sub>1</sub>は、低密度植栽により、苗木代、植栽、間伐、枝打ち等の費用を削減するのに適した樹種であると考えられる（八坂ら 1999, 八坂 2000）。

また、グイマツ雑種F<sub>1</sub>は、グイマツとカラマツの1代雑種であるため、専用の採種園でしか種子を取ることができず、苗木の需要に対して供給量が不足している。このため、グイマ

\* 北海道立総合研究機構林業試験場 Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Bibai, Hokkaido 079-0198

[北海道林業試験場研究報告 第62 (2) 令和7年9月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No. 62 (2), September, 2025]

ツ雑種 $F_1$ のさし木による増殖技術が開発された(黒丸・来田 2003)。これらのことから、グイマツ雑種 $F_1$ は、さし木苗を増殖して苗木の供給量を増やすとともに、カラマツよりも低密度で植栽することで、より多くの造林面積をまかなっていく取り組みが望まれる。

北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場(旧北海道立林業試験場、以下林業試験場)では、美唄市光珠内町の実験林において、6段階の密度でグイマツ雑種 $F_1$ を植栽し、植栽密度試験を行ってきた(八坂ら 1999)。このうち、植栽密度500本/ha区~4,000本/ha区までについて、山田ら(2009)が下記のとおり報告している。植栽から14年目までは90%以上が生残していたが、それ以降は4,000本/ha区や2,000本/ha区で生存率が減少する傾向があった。24年生時では、2,000本/ha区で林分材積が最も高かったが、そのうち約半分は直径20 cm未満の個体で占められていた。1,000本/ha区では24年生時に生存率が約90%で収量比数が0.8となり平均胸高直径が21 cmで間伐収入が見込めると考えられたのに対し、2,000本/ha区では収量比数が0.8に達した時の平均胸高直径は13 cmで間伐収入がほとんど見込めないと考えられた。500本/ha区では、24年生時にも収量比数が0.6で、林分材積も小さく、まだ間伐時期に達していなかった。これらのことから山田(2010)は、グイマツ雑種 $F_1$ の植栽密度を1,000本/haとすることが経営的には有利であることを示した。また八坂ら(2013)は同じ試験地のデータを解析し、形状比80以上や収量比数0.8以上でグイマツ雑種 $F_1$ の枯死が多くなるとして、間伐による密度調整の目安としている。八坂ら(1999)や八坂(2000)により提案されたグイマツ雑種 $F_1$ の低密度植栽は実際に道内各地で実現可能か、また黒丸・来田(2003)によって技術開発されたさし木苗を用いても問題ないかについては、実証的な研究によって検証されることが望ましい。

そこで、2002年から2004年にかけて道有林内5箇所、挿し木苗および実生苗によるグイマツ雑種 $F_1$ 低密度植栽実証林を造成し、その15年生までの成長経過と造林にかかるコスト削減の効果を検証してきた(胆振森づくりセンターほか 2004, 胆振森づくりセンターほか 2009, 胆振森林室ほか 2015, 胆振総合振興局森林室ほか 2021)。造林にかかる費用は、一般の植栽密度と比較して低密度ほど少ない結果となっており(胆振森づくりセンターほか 2004)、1,000本/ha以下の低密度植栽では6年生までに要した経費は一般的な植栽密度である1,900本/haと比較して3~4割少なかった(来田ら 2010)。一方で、生存率が低下していることは報告されてきたものの、グイマツ雑種 $F_1$ の低密度植栽が実現可能かについては、検討が行われてこなかった(胆振森林室ほか 2015, 胆振総合振興局森林室ほか 2021)。

近年、全国的に人工林資源が収穫適期を迎え、皆伐面積が増加することが予想され、再造林のコストを低減させるために低密度植栽の検討が各地で進んでいるが(林野庁 2022)、

グイマツ雑種 $F_1$ の低密度植栽実証林は、全国に先駆けた取り組みであり、すでに20年生となった。本稿では道内5箇所のグイマツ雑種 $F_1$ 低密度植栽実証林の20年生時点での成長と生残にかかる諸形質の値を報告するとともに、実生苗と比較したさし木苗の成長と生残やグイマツ雑種 $F_1$ の低密度植栽の実現可能性について考察を行った。

## 材料と方法

### 1. 調査地

グイマツ雑種 $F_1$ の低密度植栽実証林(以下、実証林)は、2002年~2004年にかけて、津別町(以下、津別)、士別市(士別)、由仁町(由仁)、美幌町(美幌)、幕別町忠類(忠類)の道有林内5箇所に造成された(胆振森づくりセンターほか 2004, 来田ら 2010)。各実証林は、実証林が所在する道有林を管轄する森づくりセンター(当時)が主体となり、北海道水産林務部および林業試験場との共同により造成した。

実証林の概要を表-1に示す。全実証林に共通した試験設定は、苗木はさし木苗と実生苗の2種類、植栽密度が625本/ha, 1,000本/ha, 1,333本/haの3段階の計6処理である。各実証林において、1処理につきそれぞれ2つのプロットを造成したので、1つの実証林は12個のプロットからなるが、実証林によって12個のプロットの配置方法が異なる(表-1, 植栽ブロック)。士別においては、さし木苗と実生苗の2種類および3段階の植栽密度、計6処理のプロットが同所的に造成されていて、これをブロックとした。このブロックが2つあり、ブロックA, B(各、2苗木種別×3植栽密度×1反復=6プロット)とした。ブロックAでは油圧ショベルに草刈用ヘッドを装着したブラッシュカッターで、ブロックBではブルドーザーで地拵が行われた(胆振森づくりセンターほか 2009)。

津別と美幌では植栽密度ごとに、計4つのプロットが同所的に植栽され(2苗木種別×1植栽密度×2反復)、ブロックを形成している。これらをA, B, Cブロックとした。

由仁においては、さし木苗と実生苗の植栽密度625本/haと1,000本/haのプロットが全て造成されたブロック(2苗木種別×2植栽密度×2反復=8プロット)をAブロック、さし木苗と実生苗の植栽密度1,333本/haのプロットがそれぞれ1つずつ造成されたブロック(2苗木種別×1植栽密度×1反復=2プロット)を、BブロックとCブロックとした。

忠類においては、さし木苗と実生苗の植栽密度625本/haと1,000本/haのプロットがそれぞれ1つずつ造成されたブロック(2苗木種別×2植栽密度×1反復=4プロット)をAブロックとBブロックとし、さし木苗と実生苗の植栽密度1,333本/haのプロットすべてが造成されたブロック(2苗木種別×1植栽密度×2反復=4プロット)をCブロックとした。なお忠類では、実証林の造成と同じ年に実証林の区域外にグイマツ雑種 $F_1$ が1,750本/haで植栽されており、この区画を対照区として調査している(来田ら 2010)。試験区と対照区で苗木

表-1 実証林の概要と調査対象本数

実証林	造成年	苗木の種類	系統*	面積 (ha)	植栽密度 (本/ha)	植栽ブロック	調査母数			
							5年生	10年生	15年生	20年生
津別	2002	さし木	F <sub>1</sub>	0.80	625	Aブロック	218	218	218	218
		実生	F <sub>1</sub>	0.80	625	Aブロック	297	297	297	297
		さし木	F <sub>1</sub>	0.80	1,000	Bブロック	550	550	550	550
		実生	F <sub>1</sub>	0.80	1,000	Bブロック	419	419	419	419
		さし木	F <sub>1</sub>	0.80	1,333	Cブロック	592	592	592	592
		実生	F <sub>1</sub>	0.80	1,333	Cブロック	603	603	603	603
士別 ブラッ シュ カッ ター 地拵	2003	さし木	F <sub>1</sub>	0.35	625	Aブロック	120	240	240	240
		実生	CL	0.32	625	Aブロック	125	125	125	125
		さし木	F <sub>1</sub>	0.32	1,000	Aブロック	175	87	175	175
		実生	CL	0.36	1,000	Aブロック	176	176	176	176
		さし木	F <sub>1</sub>	0.34	1,333	Aブロック	237	237	237	237
		実生	CL	0.37	1,333	Aブロック	220	132	220	220
士別 ブル ドーザ 地拵		さし木	F <sub>1</sub>	0.34	625	Bブロック	136	68	136	136
		実生	CL	0.36	625	Bブロック	136	136	136	136
		さし木	F <sub>1</sub>	0.38	1,000	Bブロック	216	108	216	216
		実生	CL	0.39	1,000	Bブロック	216	108	216	216
		さし木	F <sub>1</sub>	0.34	1,333	Bブロック	251	251	251	251
		実生	CL	0.34	1,333	Bブロック	255	128	255	255
由仁	2004	さし木	CL	0.42	625	Aブロック	226	226	226	226
		実生	CL	0.42	625	Aブロック	225	225	225	225
		さし木	CL	0.42	1,000	Aブロック	351	351	351	351
		実生	CL	0.55	1,000	Aブロック	470	470	470	470
		さし木	CL	0.38	1,333	B, Cブロック	416	416	416	416
		実生	CL	0.37	1,333	B, Cブロック	426	426	426	426
美幌	2004	さし木	CL	0.40	625	Aブロック	240	240	240	240
		実生	CL	0.40	625	Aブロック	240	240	240	240
		さし木	CL	0.40	1,000	Bブロック	400	400	400	400
		実生	CL	0.40	1,000	Bブロック	400	400	400	400
		さし木	CL	0.40	1,333	Cブロック	520	520	520	520
		実生	CL	0.40	1,333	Cブロック	520	520	520	520
忠類	2004	さし木	CL	0.40	625	A, Bブロック	240	240	240	240
		実生	CL	0.40	625	A, Bブロック	240	240	240	240
		さし木	CL	0.40	1,000	A, Bブロック	384	384	384	384
		実生	CL	0.40	1,000	A, Bブロック	384	384	384	384
		さし木	CL	0.40	1,333	Cブロック	512	512	512	512
		実生	CL	0.40	1,333	Cブロック	512	512	512	512
対照区	2004	実生	F <sub>1</sub>	0.06	1,750	実証林外	108	108	108	108

\*系統のF<sub>1</sub>とはグイマツ雑種F<sub>1</sub>, CLとはクリーンラーチである。

の系統が異なるので(表-1),本研究においてはこの区画を参考として示すにとどめた。

士別では, AブロックとBブロックで地拵え方法が異なるので, 本稿ではA,Bブロックをそれぞれ1つの実証林として取り扱った。すなわち, 士別は士別ブラッシュカッター地拵, および士別ブルドーザ地拵の2つの実証林からなることとした。それぞれ, プロット1つが解析単位となる。一方, 他の4つの実証林では, 植栽密度と苗木の種類が同じ2つのプロットを合わせて1つの解析単位とした。これらのことから実証林の解析単位数は6となった(表-1)。

6年生までの施業内容は来田ら(2010)に, また15年生までは胆振総合振興局森林室ほか(2021)に示されている。表-2にその概略を示す。

2. 毎木調査およびデータ整理

調査は, 5, 10, 15, 20年生の秋に実施した。樹高と生死を記録し, 10年生以降は胸高直径も調査した。また, 本報告での解析には用いていないが, 植栽時および1, 2, 3年生の秋にも調査を実施している。原則として由仁, 美幌, 忠類では全植栽木を対象に, 津別と士別ブラッシュカッター地拵, および士別ブルドーザ地拵では各プロットの面積の半分を対象に調査を行った。ただし, 生存本数が極端に少なくなった

士別ブラッシュカッター地拵のさし木苗625本/ha植栽プロットでは, 10年生以降はプロット全体を調査対象とした。士別ブラッシュカッター地拵, および士別ブルドーザ地拵ではこの他, 調査時間の制約から調査時期によって調査母数が異なる場合がある。調査対象本数を表-1に示す。なお, 植栽木以外の侵入木については調査をしていない。

枯死原因がわかるものは記載し, 折損や獣害, つるの絡まりなど気づいたことを記録した。なお, 美幌での10年生時の調査ではこれらの記載をしなかった。

植栽5, 10, 15年後の苗木の種類別・植栽密度別の平均樹高, 平均胸高直径, 生存率, 本数密度については, 胆振森づくりセンターほか(2009), 胆振森林室ほか(2015), 胆振総合振興局森林室ほか(2021)で既に公表されている。

3. 解析方法

前述のとおり(セクション1. 調査地), 津別, 由仁, 美幌, 忠類では, 苗木の種類別・植栽密度別に2つのプロットを併せて1つの解析単位とした。また士別ブラッシュカッター地拵, および士別ブルドーザ地拵では, プロット1つが解析単位である。このため, 解析単位数は, 5箇所6つの実証林すべてで6である(表-1)。

20年生時の苗木の種類別・植栽密度別の生存率(%), 本数

表-2 実証林の造成から林齢20年までの施業

実証林	施業種	地拵	下刈	殺鼠剤散布	侵入木の除伐	植栽木の除間伐
津別	1	筋刈り	1年目・筋刈り2回 2~4年目・全刈り2回	1~4年目・地上1回 5年目・空中2回	なし	なし
	2	筋刈り	1~4年目・筋刈り2回	1~4年目・地上1回 5年目・空中2回	6年目	なし
士別ブラッシュカッター地拵	1	ブラッシュ カッター 枝状粉碎	1年目・全刈り1回 2~4年目・全刈り2回 5年目・全刈り1回	1~5年目・地上1回	なし	なし
士別ブルドーザ地拵	2	ブルドーザ 全押し	1年目・全刈り1回 2,3年目・全刈り2回 4年目・全刈り1回	1~4年目・地上1回	なし	なし
由仁		筋刈り	1~3年目・筋刈り1回	1~4,6,7年目・ 地上1回	6年目	なし
美幌		ブルドーザ 全押し	1,3,4年目・全刈り1回 2年目・全刈り2回	1,2年目・地上1回 3年目・空中2回 4年目・空中1回 8年目・空中1回	なし	なし
	忠類	全刈り	1~4年目・全刈り1回	1~9年目・空中1回	なし	なし
対照区	全刈り		1~4年目・全刈り1回	1~9年目・空中1回	なし	なし

来田ら(2010) および胆振総合振興局森林室ほか(2021)より作成した。同じ実証林内で施業種が2つある場合は, 植栽密度と苗木の種類が同じ2つのプロットそれぞれで異なる施業がされたことを意味する。

密度 (本/ha), 平均樹高 (m), 平均胸高直径 (cm), 平均形状比, 林分材積 ( $m^3/ha$ ), 収量比数, 収量比数が0.7となる林齢について, 解析単位ごとに値を算出した。形状比は各測定木の樹高 (m) を胸高直径 (m) で割って算出した。林分材積と収量比数, 収量比数が0.7となる林齢について, グイマツ雑種Fはカラマツ収穫予測ソフトver3.12 (北海道立総合研究機構林業試験場 2016) により, またクリーンラーチについてはクリーンラーチ収穫予測ソフトver1.0 (北海道立総合研究機構林業試験場 2023) により算出した。なお, クリーンラーチ収穫予測ソフトでは林齢40年までの予測しかできないため, 収量比数が40年生でも0.7に満たない場合の収量比数が0.7となる林齢は「41年以上」または「>40」とした。

6つの実証林全体の苗木の種類別・植栽密度別の平均値は, 生存率, 本数密度, 樹高, 胸高直径および形状比については, 平均の平均, つまり6つの実証林での値を足して6で除して求めた。実証林のうちグイマツ雑種Fが植えられている箇所は少なく, 大部分にはクリーンラーチが植栽されていた。そのため, 林分材積, 収量比数, 収量比数が0.7となる林齢の平均値については, 実証林全体の苗木の種類別・植栽密度別の調査結果全てをクリーンラーチ収穫予測ソフトver1.0に入力して求めた。

6実証林すべての20年生時のデータを対象に, 生存率, 本数密度, 樹高, 胸高直径, 形状比, 林分材積, および収量比数それぞれについて, 実証林, 植栽密度, 苗木の種類を説明変数とする一般化線形モデル (以下, GLM) によってモデル化し, 全ての変数を含むモデルとAIC (Akaike's Information Criterion) が最小となるベストモデルを作成した。その後, 全ての変数を含むモデルとベストモデルについて, 説明変数ごとに多重比較 (Hothorn et al. 2008) を行った。応答変数の確率分布は, 生存率以外は正規分布とし, 生存率については各植栽木の生死を二項分布とした。統計解析はR4.4.1 (R Core Team 2024) を用いて行い, 有意水準は0.05とした。

## 結果

20年生時の林分状況を表-3に示す。また以下に各解析項目の結果を示す。

### 1. 生存率と本数密度

5箇所6つの全実証林を平均した苗木の種類別・植栽密度別の生存率の推移と, 各実証林における苗木の種類別・植栽密度別の生存率の推移を図-1に示す。20年生時の生存率を応答変数としたGLMでは, 実証林, 植栽密度, 苗木の種類を全て含むモデルがベストモデルとなった (表-4)。由仁と士別ブルドーザ地拵で他の実証林よりも生存率が高く, 士別ブラッシュカッター地拵で最も低かった。20年生時の生存率は1,000本/ha区で一番大きく, 1,333本/ha区, 625本/ha区の順に小さくなった。さし木に比べ実生の生存率が高かった。

全実証林を平均した苗木の種類別・植栽密度別の本数密度の推移と, 各実証林における苗木の種類別・植栽密度別の本数密度の推移を図-2に示す。20年生時の本数密度を応答変数とするGLMでは, 実証林, 植栽密度, 苗木の種類を全て含むモデルがベストモデルとなったが, 多重比較では苗木の種類による違いはなかった (表-5)。また, 由仁と士別ブルドーザ地拵で美幌よりも本数密度が高く, 士別ブラッシュカッター地拵で他の実証林や士別ブルドーザ地拵よりも低かった。本数密度は1,333本/ha区で一番大きく, 1,000本/ha区, 625本/ha区の順に小さくなった。さし木と実生の間に違いは認められなかった。

実証林全体では, 植栽から10年間で生存率や本数密度の低下が特に大きかったが, 10年生以降は, 生存率や本数密度の低下は緩やかになった。5年生以降の枯死原因は, ほとんどが不明であった。10年生以降は, 1,000本/ha区と1,333本/ha区の本数密度が同じくらいになった。個別の実証林で全実証林の平均と特に異なったのは, 由仁の1,000本/ha区と1,333本/ha区の実生区や士別ブルドーザ地拵であり, 生存率や本数密度の低下が小さい傾向があった。また士別ブラッシュカッター地拵で生存率や本数密度の低下が特に大きかった。士別ブルドーザ地拵では, 多くのプロットで10~15年生にかけても生存率や本数密度の大きな低下が見られた。

忠類の対照区 (1,750本植栽) では10年生以降の生存率が低く, 20年生時の本数密度は同地域の低密度実証林におけるさし木や実生の1,333本/ha区よりも低く, 1,000本/ha区と同じ程度にまで低下した (図-2)。

### 2. 樹高

全実証林を平均した苗木の種類別・植栽密度別の平均樹高の推移と, 各実証林における苗木の種類別・植栽密度別の樹高の推移を図-3に示す。平均樹高を応答変数としたGLMでは, 実証林, 苗木の種類を含むモデルがベストモデルとなった (表-6)。由仁では他のどの実証林よりも平均樹高が高く, 忠類で他の実証林よりも低かった (表-6)。士別ブラッシュカッター地拵では士別ブルドーザ地拵より低かった。さし木の平均樹高は実生より大きかった。植栽密度はモデルに選択されなかった。

### 3. 胸高直径

全実証林を平均した苗木の種類別・植栽密度別の平均胸高直径の推移と, 各実証林における苗木の種類別・植栽密度別の胸高直径の推移を図-4に示す。20年生時の平均胸高直径を応答変数としたGLMでは, 実証林, 植栽密度, 苗木の種類を全て含むモデルがベストモデルとなったが, 多重比較では士別における地拵方法による違いはなかった (表-7)。由仁と士別ブラッシュカッター地拵および士別ブルドーザ地拵で他の実証林よりも直径が大きく, 美幌では他の実証林よりも

表-3 植栽20年後の実証林の林分状況

調査地	苗木の種類	系統*	植栽密度 (本/ha)	生存率 (%)	密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	平均形状比	林分材積 (m <sup>3</sup> /ha)	収量比数	Ry=0.7 となる林齢
6 実証林**	さし木	—	625	40.2	230	15.1	20.2	76	67	0.27	>40
	実生	—	625	43.8	280	15.0	20.1	76	72	0.31	>40
	さし木	—	1,000	49.6	460	15.9	19.4	84	111	0.47	38
	実生	—	1,000	54.7	560	14.7	18.0	84	116	0.51	33
	さし木	—	1,333	45.9	630	15.9	18.4	87	138	0.57	28
	実生	—	1,333	48.3	630	14.6	17.3	86	121	0.54	30
津別	さし木	F <sub>1</sub>	625	63.8	399	15.5	20.9	76	110	0.44	39
	実生	F <sub>1</sub>	625	39.1	246	13.9	19.1	74	55	0.25	>40
	さし木	F <sub>1</sub>	1,000	40.9	409	14.4	16.3	95	67	0.35	>40
	実生	F <sub>1</sub>	1,000	51.3	513	15.8	18.0	92	115	0.49	34
	さし木	F <sub>1</sub>	1,333	55.4	740	16.3	19.1	87	141	0.61	26
	実生	F <sub>1</sub>	1,333	38.3	513	13.9	17.9	80	103	0.47	36
士別 ブラッ シュ カッター 地拵	さし木	F <sub>1</sub>	625	6.7	42	13.2	18.6	72	8	0.03	>40
	実生	CL	625	16.0	100	12.3	18.9	65	19	0.09	>40
	さし木	F <sub>1</sub>	1,000	18.3	183	14.0	20.3	70	43	0.19	>40
	実生	CL	1,000	29.0	290	13.9	19.6	72	64	0.30	>40
	さし木	F <sub>1</sub>	1,333	24.9	332	14.7	20.1	75	81	0.35	>40
	実生	CL	1,333	39.1	521	14.9	19.3	79	122	0.51	33
士別 ブル ドーザ 地拵	さし木	F <sub>1</sub>	625	45.6	285	15.0	21.0	74	77	0.32	>40
	実生	CL	625	65.4	409	15.6	21.9	72	119	0.46	39
	さし木	F <sub>1</sub>	1,000	66.2	662	15.6	20.2	79	167	0.63	24
	実生	CL	1,000	73.6	736	14.9	20.4	74	182	0.67	22
	さし木	F <sub>1</sub>	1,333	55.0	728	16.3	19.5	86	183	0.67	22
	実生	CL	1,333	52.5	700	15.9	19.2	84	166	0.64	23
由仁	さし木	CL	625	51.8	324	17.8	23.8	76	123	0.43	>40
	実生	CL	625	55.1	344	18.4	23.5	79	137	0.46	40
	さし木	CL	1,000	51.0	510	18.4	21.9	85	171	0.58	27
	実生	CL	1,000	77.0	770	14.9	17.8	86	178	0.67	22
	さし木	CL	1,333	45.2	602	16.4	17.8	93	132	0.55	29
	実生	CL	1,333	73.0	970	14.4	15.6	95	183	0.73	<20
美幌	さし木	CL	625	31.3	195	13.0	15.4	87	26	0.15	>40
	実生	CL	625	47.5	297	13.9	16.0	90	47	0.25	>40
	さし木	CL	1,000	48.3	483	16.3	18.6	89	107	0.47	35
	実生	CL	1,000	49.3	493	15.8	17.3	94	109	0.48	37
	さし木	CL	1,333	37.3	497	16.0	17.3	93	103	0.47	36
	実生	CL	1,333	41.3	551	15.6	16.8	95	109	0.50	34
忠類	さし木	CL	625	26.3	174	14.5	20.3	71	42	0.19	>40
	実生	CL	625	37.1	245	14.0	20.4	67	58	0.26	>40
	さし木	CL	1,000	48.7	487	15.3	19.9	77	122	0.50	33
	実生	CL	1,000	42.2	422	12.3	16.4	77	62	0.34	>40
	さし木	CL	1,333	51.4	745	14.9	17.8	84	140	0.61	25
	実生	CL	1,333	42.8	581	13.6	17.1	81	102	0.49	33
対照区	実生	F <sub>1</sub>	1,750	28.3	495	11.3	16.5	69	65	0.38	>40

\*系統のF<sub>1</sub>とはグイマツ雑種F<sub>1</sub>, CLとはクリーンラーチである。\*\*平均樹高, 平均直径, 平均形状比は6実証林の平均を平均し, 生存率は6実証林の値を平均し, 密度, 林分材積, 収量比数, Ry=0.7となる林齢は植栽密度別苗木の種類別に全実証林を統合して求めた。

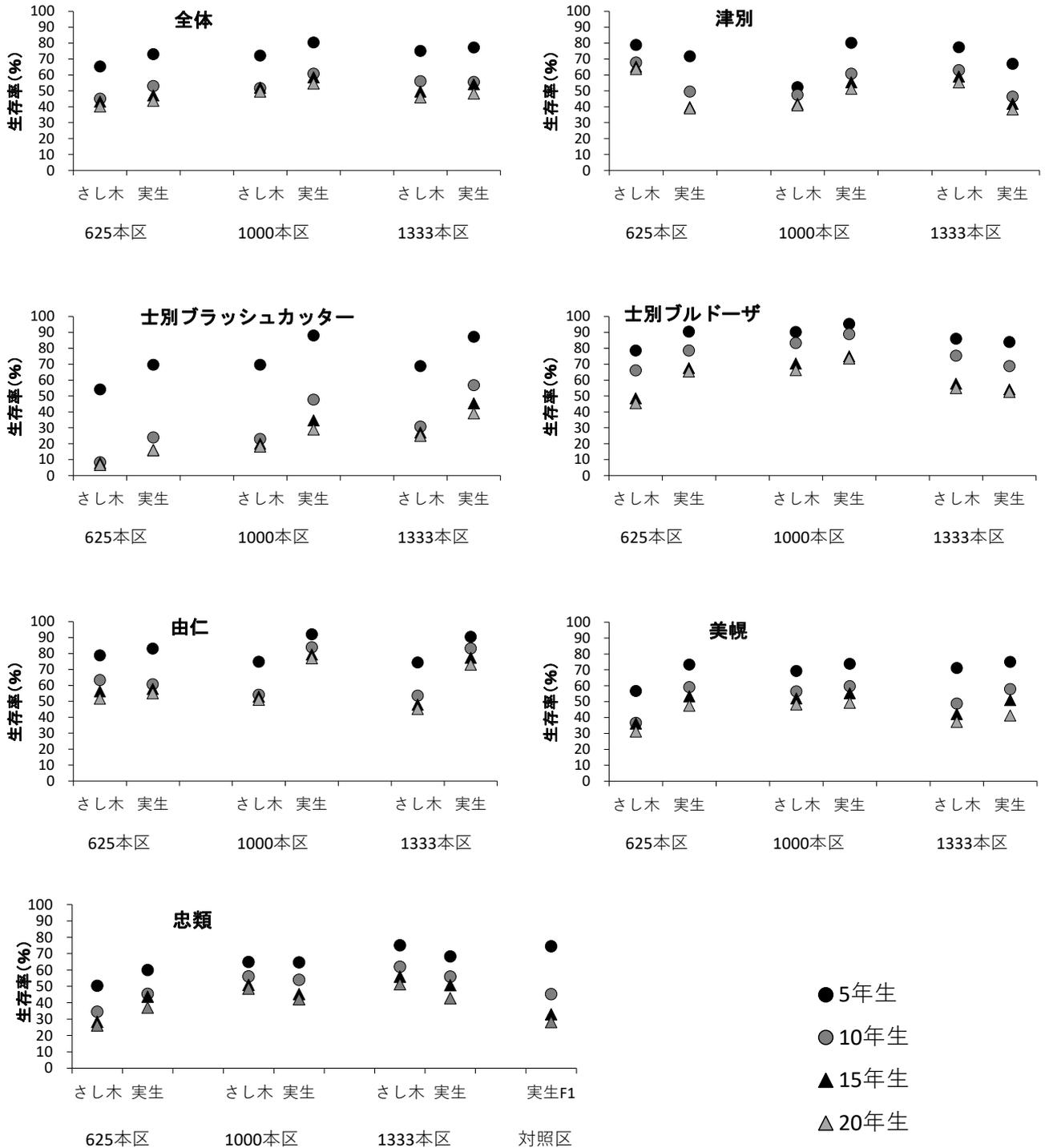


図-1 苗木の種類別・植栽密度別の生存率の推移

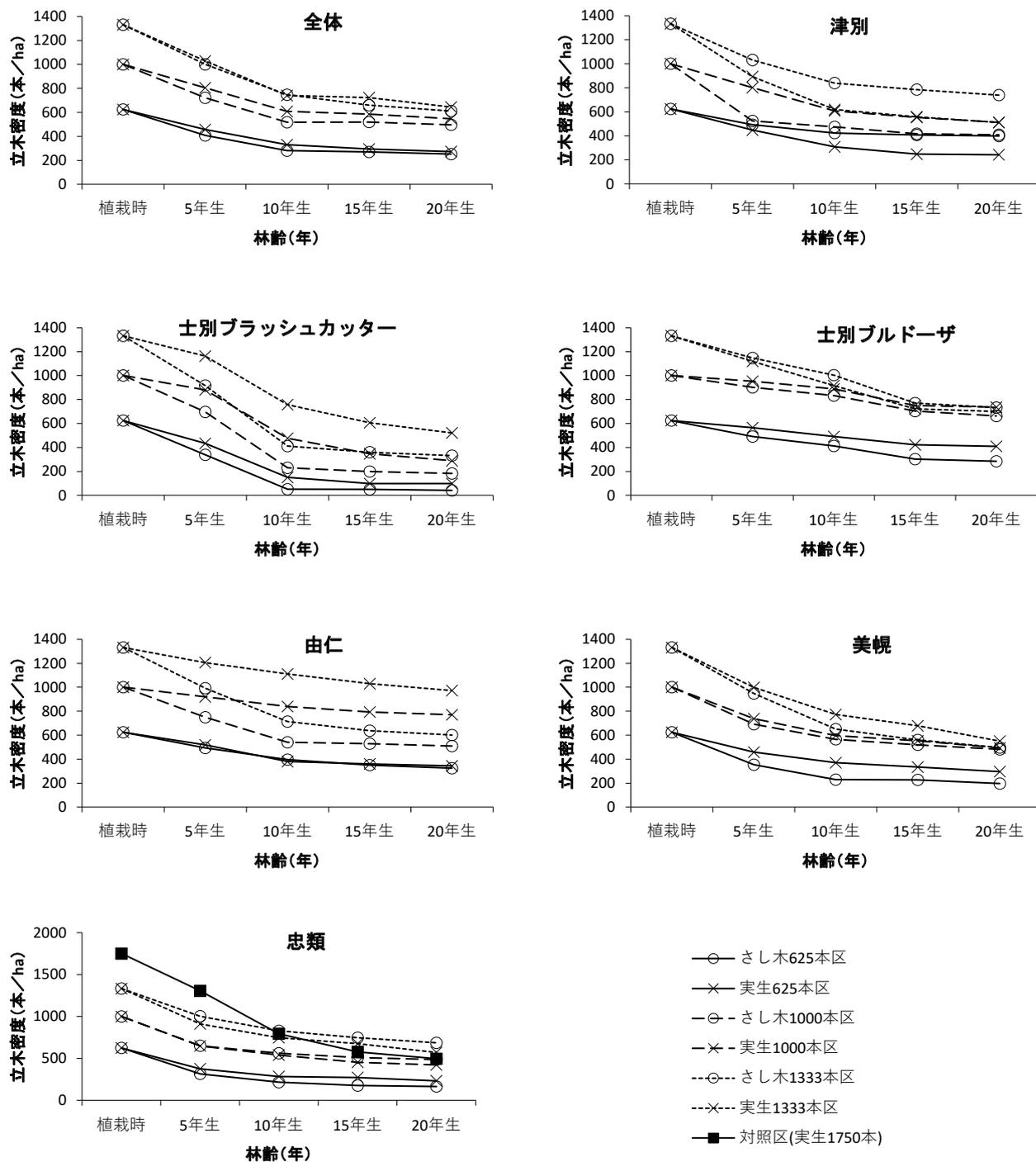


図-2 苗木の種類別・植栽密度別の本数密度の推移

表-4 一般化線形モデルを用いた20年生時の生存率への実証林, 植栽密度, 苗木の種類の効果

	ベストモデル		
	係数	標準誤差	
切片	0.353	0.014	
実証林 (美幌を0とする)			
美幌	0.000		a
忠類	0.023	0.014	ab
士別ブラッシュカッター	-0.183	0.018	c
士別ブルドーザ	0.173	0.017	d
津別	0.040	0.014	b
由仁	0.178	0.015	d
-----			
植栽密度 (625本/ha区を0とする)			
625本/ha区	0.000		a
1,000本/ha区	0.085	0.012	b
1,333本/ha区	0.057	0.012	c
-----			
苗木の種類 (さし木を0とする)			
さし木	0.000		a
実生	0.037	0.009	b
AIC	16416		

AICによるモデル選択を行った結果、全ての変数を含むモデルがベストモデルであった。各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。

表-5 一般化線形モデルを用いた20年生時の本数密度への実証林, 植栽密度, 苗木の種類の効果

	ベストモデル		
	係数	標準誤差	有意差
切片	190.940	47.590	
実証林 (美幌を0とする)			
美幌	0.000		a
忠類	23.000	54.950	ab
士別ブラッシュカッター	-174.670	54.950	c
士別ブルドーザ	167.330	54.950	b
津別	50.670	54.950	ab
由仁	167.330	54.950	b
-----			
植栽密度 (625本/ha区を0とする)			
625本/ha区	0.000		a
1,000本/ha区	241.500	38.860	b
1,333本/ha区	368.330	38.860	c
-----			
苗木の種類 (さし木を0とする)			
さし木	0.000		a
実生	50.220	31.730	a
AIC	439.82		

AICによるモデル選択を行った結果、全ての変数を含むモデルがベストモデルであった。各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。



表－6 一般化線形モデルを用いた20年生時の樹高への実証林, 植栽密度, 苗木の種類の効果

	ベストモデル			全ての変数を含むモデル		
	係数	標準誤差	有意差	係数	標準誤差	有意差
切片	16.070	0.109		16.045	0.140	
実証林 (美幌を0とする)						
美幌	0.000		a	0.000		a
忠類	-1.396	0.141	b	-1.399	0.141	b
士別ブラッシュカッター	-1.134	0.216	b	-1.140	0.216	b
士別ブルドーザ	0.121	0.152	a	0.123	0.152	a
津別	-0.435	0.133	c	-0.436	0.133	c
由仁	0.753	0.132	d	0.754	0.132	d
植栽密度 (625本/ha区を0とする)						
625本/ha区	—			0.000		a
1,000本/ha区	—			0.011	0.119	a
1,333本/ha区	—			0.048	0.117	a
苗木の種類 (さし木を0とする)						
さし木	0.000		a	0.000		a
実生	-1.147	0.085	b	-1.146	0.085	b
AIC	28067			28071		

各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。

表－7 一般化線形モデルを用いた20年生時の胸高直径への実証林, 植栽密度, 苗木の種類の効果

	ベストモデル		
	係数	標準誤差	
切片	19.525	0.196	
実証林 (美幌を0とする)			
美幌	0.000		a
忠類	1.087	0.195	b
士別ブラッシュカッター	2.683	0.303	cd
士別ブルドーザ	2.995	0.214	c
津別	1.131	0.186	b
由仁	1.877	0.185	d
植栽密度 (625本/ha区を0とする)			
625本/ha区	0.000		a
1,000本/ha区	-1.781	0.166	b
1,333本/ha区	-2.538	0.163	c
苗木の種類 (さし木を0とする)			
さし木	0.000		a
実生	-1.145	0.119	b
AIC	32011		

AICによるモデル選択を行った結果、全ての変数を含むモデルがベストモデルであった。各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。

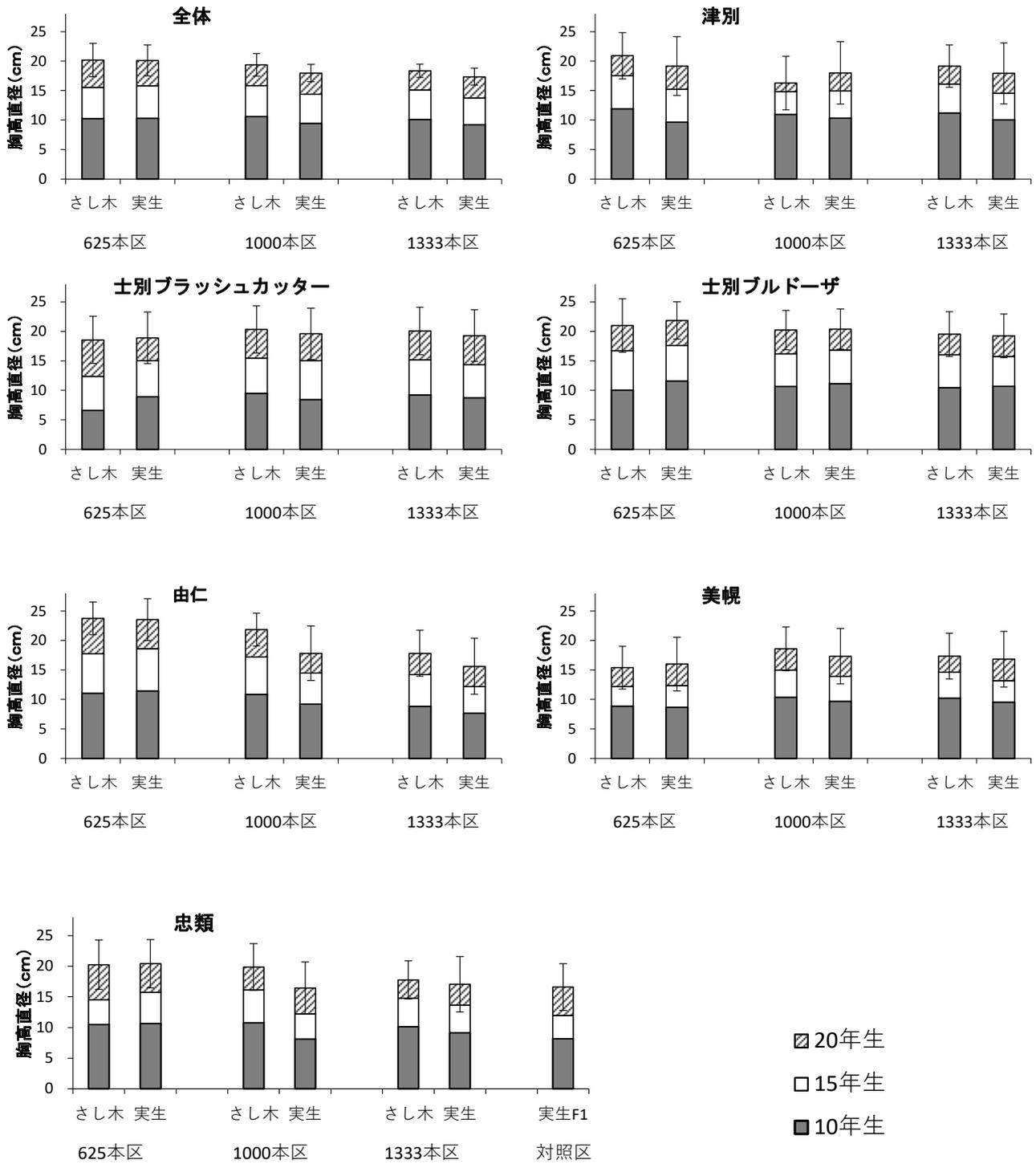


図-4 苗木の種類別・植栽密度別の胸高直径の推移  
エラーバーは20年生時の標準偏差である。

小さかった。625本/ha区で直径が一番大きく、1,000本/ha区、1,333本/ha区の順に小さくなった。さし木のほうが実生よりも大きかった。

4. 形状比

20年生時の形状比を応答変数としたGLMでは、実証林、植栽密度を含むモデルがベストモデルとなり、苗木の種類はモデルに選択されなかった(表-8)。多重比較では美幌で他の実証林よりも形状比が大きく、次いで由仁、津別、士別ブルドーザ地拵と忠類であり、士別ブラッシュカッター地拵でもっとも小さかった。植栽密度が大きい区画で形状比が大きかった。

5. 林分材積と収量比数

20年生時の林分材積を応答変数としたGLMでは、実証林、植栽密度を全て含むモデルがベストモデルとなり、苗木の種類は選択されなかった(表-9)。多重比較では由仁や士別ブルドーザ地拵で他の実証林よりも大きく、士別ブラッシュカッター地拵でもっとも小さかった。1,000本/ha区や1,333本/ha区で625本/ha区よりも林分材積が大きかったが、1,000本/ha区と1,333本/ha区の違いはなかった。

20年生時の収量比数を応答変数としたGLMでは、実証林、植栽密度を含むモデルがベストモデルとなり、苗木の種類は選択されなかった(表-10)。多重比較では由仁や士別ブルドーザ地拵で他の実証林よりも大きく、士別ブラッシュカッター

地拵で他の実証林よりも小さかった。1,333本/ha区で収量比数が大きく、625本/ha区で小さかった。苗木の種類による違いはなかった。

忠類の対照区では、林分材積が同地域の低密度実証林における実生の1,333本/ha区よりも小さく、625本/ha区や1,000本/ha区と同程度であった(表-3)。収量比数も同地域の低密度実証林における実生の1,333本/ha区よりも小さく、実生の1,000本/ha区と同程度であった(表-3)。

6. 収量比数が0.7となる林齢

収量比数が0.7となる林齢は、植栽密度の低い区画で高く、植栽密度の高い区画で低かった(表-3)。625本/ha区ではクリーンランチ収穫予測ソフトで予測できる上限的林齢40年になっても収量比数が0.7に達するとは予測されなかった。忠類の対照区では通常の植栽密度であるにもかかわらず、林齢40年になっても収量比数が0.7に到達するとは予想されなかった。

考察

八坂ら(1999)や八坂(2000)が調査したグイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽の試験地では、実生苗が用いられた。グイマツ雑種F<sub>1</sub>の種子供給量は限られているため、その後さし木による増殖が提案され(黒丸・来田 2003)、実用化されている。本報告では各実証林で実生とさし木の区画を設けており、それらの20年生時までの成長を比較することができる。さし木

表-8 一般化線形モデルを用いた20年生時の形状比への実証林、植栽密度、苗木の種類の効果

	ベストモデル			全ての変数を含むモデル		
	係数	標準誤差	有意差	係数	標準誤差	有意差
切片	84.157	0.717		84.490	0.760	
実証林 (美幌を0とする)						
美幌	0.000		a	0.000		a
忠類	-14.274	0.762	b	-14.306	0.762	b
士別ブラッシュカッター	-18.894	1.173	c	-18.853	1.173	c
士別ブルドーザ	-13.237	0.827	b	-13.241	0.827	b
津別	-6.647	0.720	d	-6.699	0.721	d
由仁	-4.805	0.716	d	-4.750	0.717	e
植栽密度 (625本/ha区を0とする)						
625本/ha区	0.000		a	0.000		a
1,000本/ha区	8.509	0.645	b	8.509	0.645	b
1,333本/ha区	11.444	0.634	c	11.424	0.634	c
苗木の種類 (さし木を0とする)						
さし木	—			0.000		a
実生	—			-0.611	0.461	a
AIC	46598.9			46599.1		

各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。

表-9 一般化線形モデルを用いた20年生時の林分材積への実証林, 植栽密度, 苗木の種類の効果

	ベストモデル			全ての変数を含むモデル		
	係数	標準誤差	有意差	係数	標準誤差	有意差
切片	47.111	11.215		44.694	12.033	
実証林 (美幌を0とする)						
美幌	0.000		ab	0.000		ab
忠類	4.167	13.736	ab	4.167	13.895	ab
士別ブラッシュカッター	-27.333	13.736	a	-27.333	13.895	a
士別ブルドーザ	65.500	13.736	c	65.500	13.895	c
津別	15.000	13.736	b	15.000	13.895	b
由仁	70.500	13.736	c	70.500	13.895	c
植栽密度 (625本/ha区を0とする)						
625本/ha区	0.000		a	0.000		a
1,000本/ha区	47.167	9.713	b	47.167	9.825	b
1,333本/ha区	62.000	9.713	b	62.000	9.825	b
苗木の種類 (さし木を0とする)						
さし木	—			0.000		a
実生	—			4.833	8.022	a
AIC	339.31			340.83		

各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。

表-10 一般化線形モデルを用いた20年生時の収量比数への実証林, 植栽密度, 苗木の種類の効果

	ベストモデル			全ての変数を含むモデル		
	係数	標準誤差	有意差	係数	標準誤差	有意差
切片	0.231	0.037		0.216	0.039	
実証林 (美幌を0とする)						
美幌	0.000		a	0.000		a
忠類	0.012	0.045	a	0.012	0.045	a
士別ブラッシュカッター	-0.142	0.045	b	-0.142	0.045	b
士別ブルドーザ	0.178	0.045	c	0.178	0.045	c
津別	0.048	0.045	a	0.048	0.045	a
由仁	0.183	0.045	c	0.183	0.045	c
植栽密度 (625本/ha区を0とする)						
625本/ha区	0.000		a	0.000		a
1,000本/ha区	0.195	0.032	b	0.195	0.032	b
1,333本/ha区	0.273	0.032	c	0.273	0.032	c
苗木の種類 (さし木を0とする)						
さし木	—			0.000		a
実生	—			0.029	0.026	a
AIC	-72.398			-72.014		

各変数内で多重比較を行った。各説明変数においてアルファベットが異なるものは、多重比較で有意差が認められたものである。

の生存や成長が実生と比べて劣らないか懸念されていたが、植栽5年後ではさし木のほうが実生よりも樹高成長に優れており(来田ら 2010),それは植栽時にさし木苗のほうが実生苗よりも大きかったからと考えられている。20年生時でも全実証林をあわせて比較すると、さし木のほうが実生よりも平均樹高や平均胸高直径が大きいことから、さし木が実生よりも成長が劣るとは考えられなかった。生存率は、植栽5年後ではさし木のほうが実生よりも若干低かったが(来田ら 2010),20年生時にも同様の傾向が見られた。さし木と実生の間で林分材積に違いはなかったが、これはさし木のほうが実生よりも生存率が低い反面、樹高や胸高直径が大きいことによると考えられる。

由仁や士別ブルドーザ地帯で生存率が他の実証林よりも高かったものの(表-4),全ての実証林において山田ら(2009)が報告している植栽24年後の生存率約90%に比べて、とても低い値となった。本試験以外のグイマツ雑種F<sub>1</sub>やクリーンラーチの低密度植栽試験では、千歳市西森で花岡ら(2021)が10年生までの結果を報告しているが、1,000本/ha区全体の生存率は83%と88%で、山田ら(2009)の報告した値を若干下回る程度であり、本実証林よりもはるかに高かった。また、東神楽町で大野(2022)が4年生までのクリーンラーチの生存率を98%と報告している。一方で、赤平市百戸町のクリーンラーチの低密度植栽の試験地では、2年生時に補植をしたにもかかわらず植栽5年後までに833本/ha区で55%に、1,111本/ha区で61%にまで生存率が低下している(空知総合振興局森林室 2015)。枯死原因は調査されていないが、ならたけ病とエゾヤチネズミの害と考えられている(空知総合振興局森林室 2015)。このような生存率のばらつきは、いわゆる“通常の植栽密度”の林分においても同様に見られる場合があると報告されている。たとえば、植栽密度2,000本/haで造成したグイマツ雑種F<sub>1</sub>とクリーンラーチ、カラマツの植栽試験の、道内4箇所(洞爺湖、ニセコ、天塩中川、標茶)における植栽後5年間の調査結果(来田ら 2017)によれば、クリーンラーチやグイマツ雑種F<sub>1</sub>の生存率は洞爺湖で85%程度、ニセコと天塩中川で82%程度であったが、標茶では55%程度と生存率が低かった。本研究においても、1,750本/haで植栽された忠類の対照区において生存率や本数密度が低くなっており(表-3, 図-1, 図-2),たとえ通常の植栽密度で植栽したとしても、低密度実証林において観察された本数密度や収量比数の低さの問題が解決しない場合があると考えられる。本報告での5年生までの枯死原因は、特定されたものではならたけ病が最も多かったが、由仁ではエゾヤチネズミによる食害が多かった(来田ら 2010)。しかし、最も多かったのは原因が特定されていない、活着不良を含む「その他」と分類されたものであった(来田ら 2010)。また、5年生以降は調査間隔が5年となったため、枯死原因はほとんどが不明である。したがって、本研究の各実証林やこれまでの報告の間で、

クリーンラーチやグイマツ雑種F<sub>1</sub>の生存率がばらつく理由については、本研究を含めた既存データからは明らかにはできなかった。

カラマツの施業体系において、疎仕立てでは収量比数0.7で、中庸仕立てでは0.8で間伐が必要となる(北海道立林業試験場 2007)。本実証林では、生存率の低い試験区画では侵入木が多かったり、パッチ状に植栽木が生残して過密になったりしている部分もあると想定されるものの、実証林全体をまとめて植栽木だけで解析した結果では、625本/ha区では40年生になっても収量比数が0.7を超えず、1,000本/ha区でも33年生にならなければ収量比数が0.7を超えないと想定される(表-3)。各実証林の苗木の種類別・植栽密度別に見ても、植栽20年後に収量比数が0.7を超えるのが1林分で2.4%しかない(表-3)。山田(2010)は、グイマツ雑種F<sub>1</sub>の1,000本/ha植栽の場合は24年生で収量比数が0.8に達し、初回間伐を行って直径20 cm以上の間伐木が得られることを示している。しかし、本実証林では生存率が低いため、これから侵入木の除伐を行った上で疎仕立てとして収量比数が0.7の時に初回間伐を行うとしても、ほとんどの箇所では初回間伐ができる林齢が24年生よりも相当遅れると想定される(表-3)。本研究によりクリーンラーチやグイマツ雑種F<sub>1</sub>の植栽において生存率の低さが問題になる事例の方が多くなることが明らかになったことから、現時点ではグイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽の実現可能性は低いと考えられる。グイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽を道内各地で実現するためには、枯死原因の解明と、中庸仕立て1,000本/ha植栽であれば生存率が先行研究と同等の24年生時90%程度を平均的に実現できる技術開発の成功が不可欠である。

## 謝辞

北海道水産林務部林務局森林整備課、北海道水産林務部森林海洋環境局道有林課、北海道水産林務部森林海洋環境局成長産業課、北海道水産林務部森林海洋環境局成長産業課美唄普及指導員室、胆振総合振興局森林室、上川総合振興局北部森林室、オホーツク総合振興局東部森林室、十勝総合振興局森林室、林業試験場の多くの方々が、実証林の設計と造成、維持に係る施業、調査、結果の取りまとめや報告をされてきました。20年間でこの試験に貢献された方々は数百名と思われ、1人1人のお名前は記載できませんが、全ての方々に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 花岡創・中田了五・福田陽子・玉城聡・加藤一隆(2021) グイマツ雑種F<sub>1</sub>の優良系統で構成された林分における初期成長と成長に対する植栽密度の効果. 北方森林研究 69: 3-6
- 北海道立林業試験場(2007)カラマツ人工林施業の手引き. 北海道立林業試験場, 美唄

- 北海道立総合研究機構林業試験場 (2016) カラマツ収穫予測ソフトver3.12. 北海道立総合研究機構林業試験場, 美唄, <https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/develop/keiei/karayosoku.html>, 2025年5月12日確認
- 北海道立総合研究機構林業試験場 (2023) クリーンラーチ収穫予測ソフトver1.0. 北海道立総合研究機構林業試験場, 美唄, <https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/develop/keiei/cleanlarchyosoku.html>, 2024年10月17日確認
- 北海道水産林務部総務課 (2024) 令和4年度北海道林業統計. 北海道水産林務部総務課, 札幌, <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sum/kcs/rin-toukei/04rtk.html>, 2024年8月19日確認
- Hothorn T, Bretz F, Westfall P (2008) Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50(3): 346-363
- 胆振森づくりセンター・上川北部森づくりセンター・網走東部森づくりセンター・十勝森づくりセンター (2004) グイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽試験. 北海道水産林務部森林環境室道有林課編, 森林施業試験 道有林における実践例 (VIII), 189-202. 北海道水産林務部森林環境室道有林課, 札幌
- 胆振森づくりセンター・上川北部森づくりセンター・網走東部森づくりセンター・十勝森づくりセンター (2009) グイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽試験. 北海道水産林務部森林環境室道有林課編, 森林施業試験 道有林における実践例 (IX), 130-155. 北海道水産林務部森林環境局道有林課, 札幌
- 胆振森林室・上川北部森林室・網走東部森林室・十勝森林室 (2015) グイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽試験. 北海道水産林務部森林環境局道有林課編, 森林施業試験 道有林における実践例 (X), 110-132. 北海道水産林務部森林環境局道有林課, 札幌
- 胆振総合振興局森林室・上川総合振興局北部森林室・オホーツク総合振興局東部森林室・十勝総合振興局森林室 (2021) グイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽試験. 北海道水産林務部森林環境局道有林課編, 森林施業試験 道有林における実践例 (XI), 84-106. 北海道水産林務部森林環境室道有林課, 札幌
- 来田和人・今博計・石塚航・黒丸亮 (2017) 北海道内4か所に造成したクリーンラーチ植栽試験地における5年生までの成長. *北方森林研究* 65: 47-50
- 来田和人・内山和子・市村康裕・黒丸亮 (2010) さし木苗木と実生苗木を植栽したグイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽実証林における幼齢期の成長と造林コスト. 北海道林業試験場研究報告 47: 1-13
- 黒丸亮・来田和人 (2003) グイマツ雑種F<sub>1</sub>幼苗からのさし木増殖法. 北海道林業試験場研究報告 40: 41-63
- 黒丸亮・大島紹朗・錦織正智 (1996) グイマツ雑種F<sub>1</sub>の幹はどの程度通直か. *光珠内季報* 103: 11-13
- 大野泰之 (2022) クリーンラーチを使うとカラマツよりも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
- R Core Team (2024) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 林野庁 (2022) 低密度植栽で低コストで効率的な再造林を目指す! 日本森林技術協会, 東京 <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-8.pdf> 2024年10月11日確認
- 空知総合振興局森林室 (2015) スーパーF<sub>1</sub>による低密度植栽施業林. 北海道水産林務部森林環境局道有林課編, 森林施業試験 道有林における実践例 (X), 133-137. 北海道水産林務部森林環境室道有林課, 札幌
- 高橋延清・西口親雄 (1966) 林木の耐鼠性に関する研究(2) 雑種カラマツF<sub>1</sub>苗にたいするエゾヤチネズミの摂食嗜好性. *東京大学農学部演習林報告* 62: 173-188
- 山田健四 (2010) グイマツ雑種F<sub>1</sub>は低密度植栽でも大丈夫! . *光珠内季報* 159: 8-11
- 山田健四・八坂通泰・大野泰之・中川昌彦 (2009) 低密度植栽後24年間のグイマツ雑種F<sub>1</sub>の成長. *日本森林学会北海道支部論文集* 57: 85-87
- 八坂通泰 (2000) グイマツ雑種F<sub>1</sub>の低密度植栽の可能性. *光珠内季報* 118: 1-4
- 八坂通泰・寺澤和彦・梅木清 (1999) グイマツ雑種F<sub>1</sub>の植栽密度試験 - 低密度植栽による育林コスト削減の可能性 -. *日本林学会北海道支部論文集* 47: 117-118
- 八坂通泰・滝谷美香・大野泰之・石濱宣夫・福地稔・酒井明香・津田高明・木幡靖夫 (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 -. *北方森林研究* 61: 63-66

---

## 北海道林業試験場研究報告 No.62 (2)

発行年月 令和7年9月  
編集 林業試験場刊行物編集委員会  
発行 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構  
森林研究本部 林業試験場  
〒079-0198  
北海道美唄市光珠内町東山  
TEL (0126) 63-4164  
FAX (0126) 63-4166  
ホームページ <https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/index.html>  
印刷 株式会社 総北海  
旭川市工業団地2条1丁目1-23  
TEL (0166) 36-5556

---