

令和 3 年 度

農林総合技術センター試験研究成果発表会

発 表 要 旨

(林業技術部関係)

令和 4 年 (2022 年) 3 月

山口県農林総合技術センター

令和3年度 農林総合技術センター 試験研究成果発表会発表要旨 目次

情報通信技術 (ICT) を活用した林業経営の効率化	1
主伐に対応した新たな低コスト作業システムの確立	3
新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立	7
実生コンテナ苗の育苗期間短縮技術の開発	9

情報通信技術 (ICT) を活用した林業経営の効率化

～ 地上レーザを活用した原木換算による生産予測～

林業研究室 山田 隆信

背景

近年の ICT の技術革新に伴い、林業分野においても高精度な森林情報の効率的な把握や、生産現場における無駄のない工程管理など、新たな生産管理手法に関する研究が進められている。県内の木材生産を担う中核的経営体を核に、これら新技術を活用した経営の効率化を進め、需要に的確に応える生産力の増強が求められている。

目的

ICT を活用した「新たな生産管理手法」の導入により、中核経営体の生産性や経営効率を高め、本県の木材供給体制を強化するため、レーザ計測等の導入による、調査業務の省力化の実施と、これにより取得した高精度な森林情報の検証を行う。

今回、地上レーザ計測 OWL 解析データを活用する施業提案作成システムの開発により、末口二乗法による原木（本数、材積、径級・等級別）の生産予測が可能となったので、県内 6 事業体の皆伐事業地（表 1）でレーザ計測と生産予測を行い（表 2）、生産結果（表 3）と比較検証した。

成果

- 1 生産予測に対する生産結果の歩留は、各調査地で異なる（表 3）。特に、台風被害を受けた調査地 1 と 2 で予測に対しバイオ材が多い。これらは、林業事業体毎の生産システムや林況の影響があることが示唆された。そのため、生産予測にあたっては林業事業体毎に、実績値等に基づいて歩留を算出し調整する必要がある。
- 2 本数予測と材積予測の歩留は調査地毎に近値であった。材積予測の歩留の精度向上を図ることで、従来手法では予測できなかった原木本数の予測が可能となる。
- 3 等級予測と収入予測の精度は高くない（表 4，5）。いずれも、出材予測の A 材割合の多さに起因している。歩留による調整も可能であるが、さらなる精度向上にはレーザ計器本体の高精度化とシステム改善が必要である。

表 1 調査地概要

調査地	調査地 1	調査地 2	調査地 3	調査地 4	調査地 5	調査地 6
樹種	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ
調査方法	全木調査	全木調査	全木調査	標準地0.10	標準地0.07	標準地0.05
面積	ha	1.21	1.02	1.00	1.78	1.00
立木本数	本	1042	722	721	452	1138
立木密度	本/ha	863	709	721	804	1138
平均胸高直径	cm	32.7	31.4	34.8	25.2	29
平均樹高	m	22.2	20.2	24.4	34.0	21.7
総材積(幹材積)	m ³	990.8	562.8	846.9	893.1	804.0
ha材積(幹材積)	m ³ /ha	820.5	552.5	946.9	501.7	804.0

※ 樹高は任意に抽出した10本を現地実測し、OWL Managerにより全木の樹高補正を行った。

※ 材積は立木幹材積表近畿・中国・福井・石川地方の材積式による。

表 2 施業提案作成システムによる生産予測

調査地	調査地 1	調査地 2	調査地 3	調査地 4	調査地 5	調査地 6
採材計算	最適採材	4m優先採材	4m優先採材	4m優先採材	4m優先採材	4m優先採材
原木	本	3846	1886	2499	3059	3142
	m ³	626.9	324.0	520.6	602.0	482.0
バイオ材	m ³	87.4	60.1	76.3	88.7	111.0
材積計	m ³	714.3	384.1	596.9	690.7	593.0

※ 採材計算は採材率(歩留)100%とした

表 3 生産結果と歩留

調査地	調査地 1		調査地 2		調査地 3		調査地 4		調査地 5		調査地 6	
	出材結果	歩留	出材結果	歩留	出材結果	歩留	出材結果	歩留	出材結果	歩留	出材結果	歩留
原木	本	2187	0.57	1545	0.82	2082	0.83	1888	0.62	1939	0.62	
	m ³	373.7	0.60	263.0	0.81	382.7	0.74	383.9	0.64	277.7	0.58	
バイオ材	m ³	155.6	1.78	108.0	1.80	58.2	0.76	22.8	0.26	22.5	0.20	
材積計	m ³	529.3	0.74	371.0	0.97	441.0	0.74	406.7	0.59	300.1	0.51	
原木比		0.71		0.71		0.87		0.94		0.93		

※ バイオ材は、重量(t)と材積(m³)を0.8で換算

※ 原木比は、出荷材積計に対する原木量の割合

※ 調査地6は2月の市で販売のため、結果は発表会で報告

表 4 等級単位の出材予測と出材結果

調査地	調査地 1		調査地 2		調査地 3		調査地 4		調査地 5		調査地 6		
出材予測	A材	m ³ 365.6	58%	146.2	45%	263.5	51%	407.2	68%	232.3	48%	213.6	43%
	B材	m ³ 231.0	37%	137.3	42%	206.7	40%	164.7	27%	191.7	40%	188.7	38%
	C材	m ³ 30.3	5%	40.5	12%	50.4	10%	30.9	5%	58.1	12%	91.8	19%
	計	m ³ 626.9	100%	324.0	100%	520.6	100%	602.7	100%	482.0	100%	494.1	100%
出材結果	A材	m ³ 143.5	38%	47.9	18%	50.2	13%	15.5	4%	137.8	50%		
	B材	m ³ 77.8	21%	61.2	23%	90.1	24%	91.1	24%	68.4	25%		
	C材	m ³ 152.3	41%	153.9	58%	242.5	63%	277.3	72%	71.4	26%		
	計	m ³ 373.7	100%	263.0	100%	382.7	100%	383.9	100%	277.7	100%		

※ 調査地6は2月の市で販売のため、結果は発表会で報告

表 5 収入予測と販売実績比較

調査地	調査地 1	調査地 2	調査地 3	調査地 4	調査地 5	調査地 6
収入予測	円 7,566,078	4,405,985	10,725,638	13,425,191	10,237,764	7,899,018
販売実績	円 3,959,572	3,091,550	6,151,076	5,967,931	5,515,805	
	52.3%	70.2%	57.3%	44.5%	53.9%	

※ 調査地6は2月の市で販売のため、結果は発表会で報告

主伐に対応した新たな低コスト作業システムの確立

林業研究室 川元 裕

背景

スギ・ヒノキ人工林は成熟し、本格的な利用期を迎えているが、森林の公益的機能の維持・発揮と資源の循環利用の両立を図るためには、伐採と併せて着実な再生林の実施を確保することが重要となっている。

このような中、森林所有者の収益性改善が不可欠であり、林業のトータルコストの低減が求められている。

本課題では、伐採・搬出と同時期に地拵・植栽作業を行い、人力の代わりに伐採・搬出用機械の活用やコンテナ苗[※]の使用等（工程の一部実施を含む）により、作業の効率化を図る「一貫作業システム」（図1）を検証する。

〔※ コンテナ苗とは特殊な形のコンテナ容器を使って育てた根鉢（土）付きの苗木のこと。他方、従来の苗畑で育てる苗木を裸苗と呼ぶ。〕

目的

主伐に対応可能な高性能林業機械等を活用し、木材生産から伐採後の再生林までを一体的かつ効率的に行う「一貫作業システム」を確立する。

成果

県内の林業事業者が実施する主伐施工地において、令和元年度から設定してきた6試験地（表1）の労働生産性と生産コストを分析し、一貫作業と従来作業を比較した結果、次のことについて確認することができた。

なお、従来作業の労働生産性と生産コストは、伐採・搬出工程については平成28年から令和2年の県内事例の平均値、地拵、植栽工程については対象事業者ごとに過去の実績値の概数で、車両系・架線系の区別はない。

1 伐採・搬出工程について（図2）

- 総じて労働生産性の向上と生産コストの低減が認められ、高性能林業機械による作業の有効性を確認できた。

2 地拵工程について（図3）

- 総じて労働生産性の向上と生産コストの低減が認められ、機械地拵の有効性を確認することができた。

3 植栽工程について（図4）（Eは植栽工程未完のため、現時点で評価できない。）

- 試験地A、Bの労働生産性の向上が認められ、C、D、Fでは認められなかった。この原因はC、D、Fでは現地条件により、苗木運搬を人力に限定され機械に代替できない、または代替の効果が限定的であったため、A、Bの結果からコンテナ苗の有効性を確認できた。
- 工程全体のコストでは、裸苗植栽のほうが低コストとなり、コンテナ苗生産の低コスト化が課題であることが明らかとなった。

4 トータルコストについて（図5）

- 一連の工程の中で、占有率の高い伐採・搬出工程の低コスト化が必要であることが認められる。

表 1 試験地の一覧

区分	試験地						
	A	B	C	D	E	F	
林分概況	樹種	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ
	林齢	57	59	60	58	66	41
	伐採面積(ha)	1.07	1.24	0.93	1.47	1.78	1
	平均傾斜(度)	16	18	15	35	30	25
	生産量(m)	529	705	398	551	407	506
	植栽樹種	スギ	スギ	ヒノキ	コナラ	(植栽未完)	スギ・ヒノキ
	植栽本数(本/ha)	2,500	2,000	2,500	2,000		2,000
作業システム	集材方法	車両系	車両系	車両系	架線系	車両系	車両系
	伐倒	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー	チェーンソー
	集材(木寄)	グラップル(0.25m)	グラップル(0.25m)	グラップル(0.45m)	油圧式集材機	グラップル(0.45m)	グラップル(0.25m)
	造材	ハーベスタ(0.25m)	ハーベスタ(0.45m)	ハーベスタ(0.45m)	ハーベスタ(0.25m)	ハーベスタ(0.45m)	プロセッサ(0.25m)
	運搬	フォワーダ(3t)	フォワーダ(4t)	フォワーダ(3t)	トラック(3t)	フォワーダ(5t)	フォワーダ(3t)
	地拵え	機械(G)+人力	機械(G)+人力	機械(G)+人力	人力	人力	機械(G)+人力
	植栽	苗木運搬	機械(T)+人力	機械(T)+人力	人力	機械(L・D)+人力	人力
	苗木種別	コンテナ苗	コンテナ苗	コンテナ苗	ポット苗	コンテナ苗	コンテナ苗
	鹿柵	運搬	-	-	-	機械(D)+人力	-

※ G: グラップル T: 軽トラック L: 架線 D: ドローン



図 1 従来作業と一貫作業システムの代表的な事例

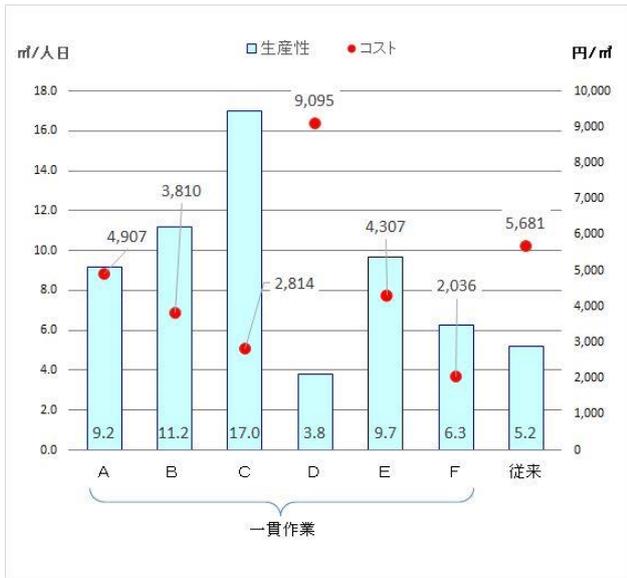


図2 伐採搬出の生産性とコスト



図3 地拵えの労働生産性とコスト

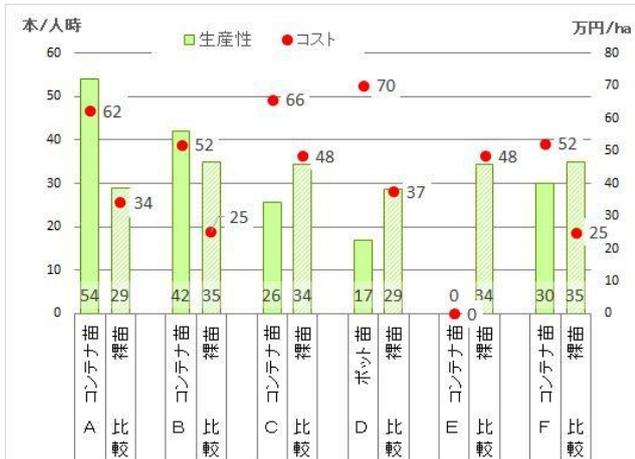


図4 植栽の労働生産性とコスト



図5 一貫作業と従来作業のトータルコスト比較

新たな品種等の導入による低コスト再造林技術の確立

林業研究室 渡邊雅治

背景

スギ・ヒノキ人工林は成熟し、本格的な利用期を迎えているが、森林の公益的機能の維持・発揮と資源の循環利用の両立を図るためには、伐採と併せて着実な再造林の実施を確保することが重要となっている。

このような中、森林所有者の収益性改善が不可欠であり、林業のトータルコストの低減が求められている。

目的

成長の早いスギ・ヒノキ“特定苗木”^{※1}や近年着目される“早生樹”^{※2}を活用し、植栽密度の低減や下刈り回数の削減等による低コスト施業体系の確立を図る。そのため、本年度は下刈りの省略が特定苗木の成長に及ぼす影響や、早生樹の優れた初期成長のポテンシャル等について明らかにする。

※1 特定苗木とは、成長や材質等が特に優れ、花粉も少ない品種として農林水産大臣が指定する「特定母樹」から育成された苗木（当該試験では県内産・三重県産を使用）

※2 早生樹とは、従来の造林樹種よりも特に成長が早く、比較的短伐期で収穫可能な樹種の総称で、当該試験では、センダン・コウヨウザン・チャンチンモドキに取組む

成果

1 特定苗木の試験植栽・調査

スギ特定苗木の植栽試験地(図1)において、特定苗木の成育状況を調査するとともに、隣接地に植栽した精英樹^{※3}と成長量を比較した(図2)。また、毎年下刈りを実施する「下刈り実施区」と一部の下刈りを省略する「下刈り省略区」に試験地を区分けし、伸長・肥大成長の推移を比較した(図3)。その結果、特定苗木の優位性や下刈りの省略によるコスト削減の可能性が示唆された。

※3 精英樹とは、従来から植栽されている選抜優良個体群で、現在山に植栽されているスギ・ヒノキの多くは、この精英樹が占めている

2 早生樹の試験植栽・調査

各種早生樹の植栽試験地において、成育調査・病虫獣害の調査を実施するとともに、センダン特有の施業“芽かき”の実施・検証等を行った。その結果、センダンをはじめとする早生樹の優れた初期成長(図4・5)や、病虫獣害の発生状況、センダン通直材生産のための芽かきの効果等について把握することができた。



図1 スギ特定苗木植栽試験地
(基盤ヶ嶽試験地)

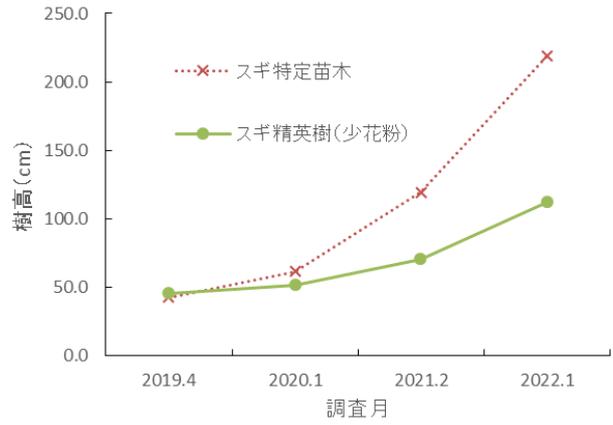
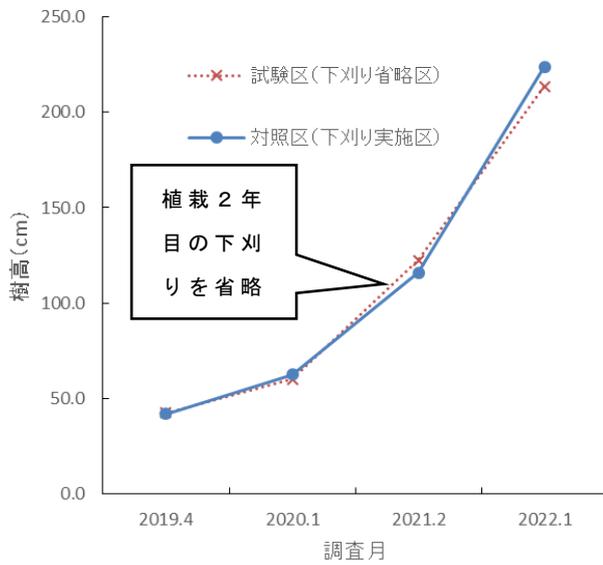
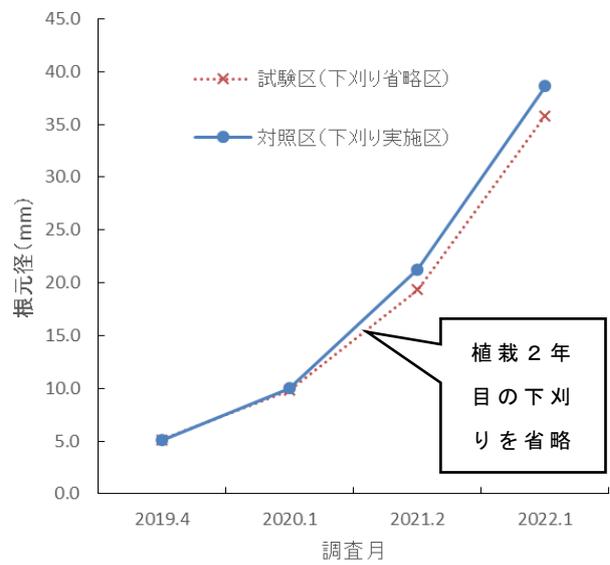


図2 スギ特定苗木とスギ精英樹の伸長成長量比較 (基盤ヶ嶽試験地)



伸長成長量



肥大成長量

図3 特定苗木植栽試験地における下刈り実施区と省略区の成長量比較 (基盤ヶ嶽試験地)



図4 センダン植栽試験地
(西厚保試験地)

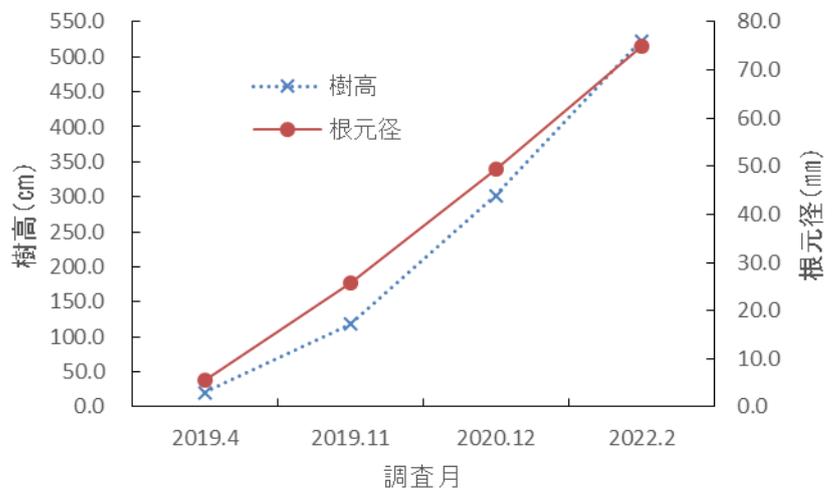


図5 センダンの成長の推移
(西厚保試験地)

実生コンテナ苗の育苗期間短縮技術の開発

林業研究室 ○小野谷邦江 渡邊雅治

背景

スギ・ヒノキ人工林は成熟し、本格的な利用期を迎えているが、森林の公益的機能の維持・発揮と資源の循環利用の両立を図るためには、伐採と併せて着実な再造林の実施を確保することが重要となっている。

このような中、森林所有者の収益性改善が不可欠であり、林業のトータルコストの低減が求められている。

目的

着実な再造林の実施のためには、「一貫作業システム」の定着が必要であり、当該システムに用いられるコンテナ苗についても、低コストで効率的な育苗技術が求められている。

このため、本県の温暖な気候を活かし、現在、2年生で出荷するコンテナ苗の育苗期間を短縮して、低コストで計画的な生産が可能となる育苗技術の開発を行う。

成果

試験区は表1のとおり

1 早期播種試験

- (1) 通常、3月頃に行う播種時期を早め、前年秋に育苗箱^{*1}に播種し、春にコンテナ容器へ幼苗を移植してスギを育苗した。この結果、得苗率^{*2}の向上が見られ、特に、育苗箱の期間中も施肥（施肥量15g/ℓ（2.25g/セル相当））した試験区の得苗率は83%に達した（図1）。
- (2) 地温が10℃以上になると根端成長が盛んになるとされ、本試験においても、移植時における根長や根の広がりには差が生じており、これが得苗率の向上に寄与したと考える（表2、図2）。

*1 育苗箱に播種することで、移植までの占有面積はコンテナ容器と比べて狭小になる。また、コンテナ容器の使用期間は約1年で、前年苗と使用期間が重複しないため、コンテナ容器の連年使用が可能となる。

*2 得苗率：苗長30cm上、根元径3.5mm上、根の成形性を満たした出荷可能な健全苗の本数率

2 施肥効果試験

- (1) 昨年度の試験結果を踏まえ、培地に緩効性肥料（ハイコントロール085）を1セル^{*3}あたり2.50gまたは2.75gを加えて、スギ・ヒノキを育苗した。その結果、スギ、ヒノキともに2.75g施肥区の得苗率が高くなった（図3）。
- (2) 2.75g施肥区において、肥効期間の異なる肥料の混合を行った結果、スギでは得苗率が向上し、ヒノキでは低下した。

*3 セル：コンテナ容器の育苗筒

表 1 試験区一覧

試験区	播種日	移植日	容器	培地	施肥量 g/セル	肥効期間 日	施肥方法	苗数 本	得苗率 %	備考
スギ										
ス秋-1	R2.10.8	R3.3.19	OY150	コナツツハスク	2.50	180	元肥(配合)	40	33	育苗箱への施肥なし
ス秋-2	R2.10.8	R3.3.19	OY150	コナツツハスク	2.50	180	元肥(配合)	40	83	育苗箱への施肥あり
ス春-1	R3.3.18	R3.4.30	OY150	コナツツハスク	2.50	180	元肥(配合)	40	20	
ス春-2	R3.3.18	R3.4.30	OY150	コナツツハスク	2.75	180	元肥(配合)	40	50	
ス春-3	R3.3.18	R3.4.30	OY150	コナツツハスク	2.75	100,180	元肥(配合)	40	58	肥料混合比50:50
ヒノキ										
ヒ春-1	R3.3.18	R3.4.30	MT150	コナツツハスク	2.50	180	元肥(配合)	40	20	
ヒ春-2	R3.3.18	R3.4.30	MT150	コナツツハスク	2.75	180	元肥(配合)	40	28	
ヒ春-3	R3.3.18	R3.4.30	MT150	コナツツハスク	2.75	100,180	元肥(配合)	40	13	肥料混合比50:50

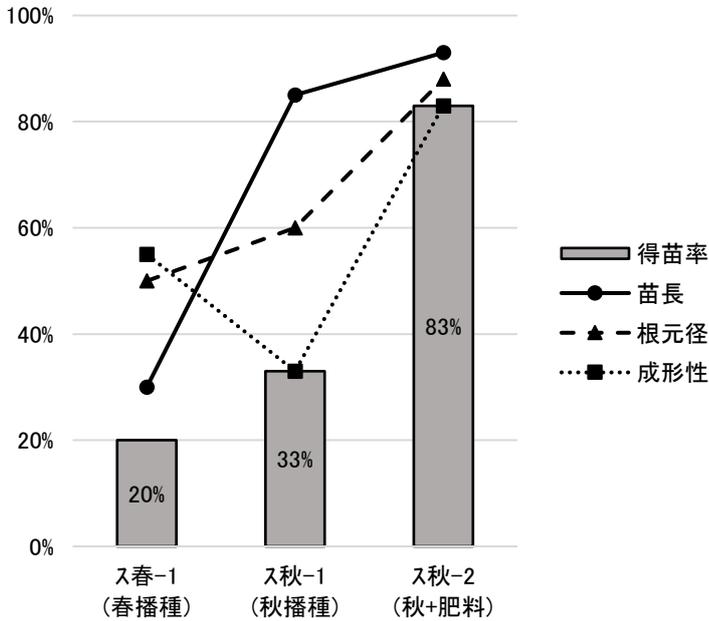


図 1 春播種と秋播種スギ苗の得苗率及び部位別規格達成率

表 2 移植時におけるスギ幼苗の平均苗長及び平均根長

区分	春播種	秋播種	
		施肥なし	施肥あり
苗長	cm 1.3	1.8	2.5
根長	cm 2.8	4.6	7.9

※春播種は5本、秋播種は10本平均値

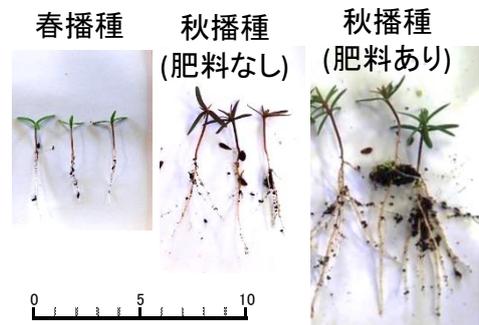


図 2 移植時のスギ幼苗

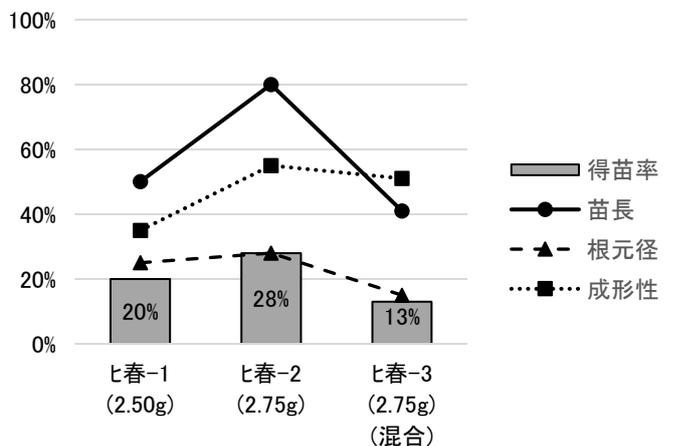
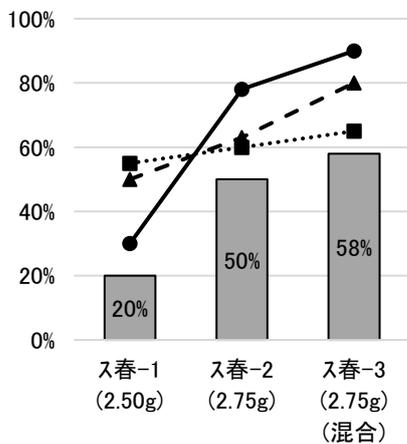


図 3 春播種苗の施肥量別得苗率(左:スギ 右:ヒノキ)