

# 少花粉スギ・ヒノキ実用化に向けての研究

石井 哲，阿部剛俊，藤原直哉

Research on utilization of *Cryptomeria japonica*  
and *Chamaecyparis obtusa* with few male flowers

Satoshi ISHII, Takatoshi ABE, Naoya FUJIWARA

石井 哲：少花粉スギ・ヒノキ実用化に向けての研究 岡山県農林水産総合センター森林研究所研報 27：17～31 (2011) 花粉症対策として、花粉の少ないスギ及びヒノキ造林の普及に向けての研究を行った。2002～2008年度に開発された少花粉スギ 10品種について、さし木による増殖方法を検討した結果、短穂（穂長 10cm，3月中旬採穂，3～5℃冷蔵保管，4月下旬さしつけ，オキシベロン液剤 4,000 倍液（IBA 1ppm）24 時間浸漬，温室，鹿沼土，自動灌水，電熱温床）での発根率は 23.2～63.5%（平均 36.0%），普通穂（穂長 20～25cm，3月中旬採穂，3月中旬さしつけ，オキシベロン液剤 4,000 倍液（IBA 1ppm）24 時間浸漬，ビニールトンネル，露地，鹿沼土，自動灌水，寒冷紗）での発根率は 43.7～90.4%（平均 69.3%），同じく長穂（穂長 40cm，5月中旬採穂，5月中旬さしつけ，オキシベロン液剤 6 倍液（IBA 667ppm）90 分浸漬，露地，練り土，寒冷紗）での発根率は 6.7～60.0%（平均 34.0%）であった。採穂台木の樹冠部を上部，中部及び下部に 3 等分し採穂したところ，下部からの採穂が，上部，中部より高い発根率を示した品種もあったが，全体的には有意な差は認められなかった。少花粉品種の精英樹次代検定林における樹高・肥大成長量を調査し岡山県林分収獲表の「地位中」の値と比較したところ，スギでは同値を上回る品種（苫田 21 号（実生））と下回る品種（苫田 13 号（挿）等 3 品種）がみられたが，ヒノキは全ての品種で同値を上回っていた。少花粉ヒノキの雄花着花量について，「雄花着花性に関する特性調査要領」に基づき，所内採種園で調査したところ，非少花粉品種よりも雄花着花量は少なかったものの有意な差は認められなかった。同じく，雄花着花量を 5 カ所の精英樹次代検定林で調査したところ，同要領で定める指数 1 及び指数 2 の累積割合が 50%を超えるものは，66.7%であった。

キーワード：少花粉スギ・ヒノキ，さし木，発根率，形質

## I はじめに

スギ花粉症の患者数が国民の 10%を超えると推計されるなど，花粉症が国民的課題となる中（林野庁 2007），林野庁は，2007 年 4 月に「花粉発生源対策プロジェクトチーム」を設置し，花粉症対策としてスギ林の林種転換の促進，少花粉スギ苗木供給量の増大，少花粉スギ苗木供給体制の確立など様々な施策を策定している（林野庁ホームページ）。

花粉症対策品種については，2008 年度末現在で，北海道を除く全国において，雄花の着生が認められないか，きわめて僅かであると認められる品種として，ス

ギについては 135 品種，ヒノキについては 55 品種がそれぞれ開発されている（森林総合研究所林木育種センターホームページ）。本県においても「岡山県少花粉スギ・ヒノキ普及推進プラン」（岡山県農林水産部治山課 2007）を策定し，少花粉品種の普及を図っているところであるが，現在，普及対象としている少花粉品種は，2002～2008 年度に県内の精英樹次代検定林，所内採種・穂園，集植林などから開発されたスギ 10 品種及びヒノキ 11 品種である（表-1）。

一般に造林用苗木の供給においては，さし木やつぎ木などのクローン増殖及び実生増殖による方法が行わ

表-1 本県少花粉スギ一覧

育種基本区	産地	品種	開発年度
関西	岡山	英田3号	2002
〃	〃	英田7号	〃
〃	〃	苔田13号	〃
〃	〃	苔田18号	〃
〃	〃	苔田20号	2006
〃	〃	苔田21号	〃
〃	〃	英田1号	2008
〃	〃	苔田9号	〃
〃	〃	苔田15号	〃
〃	〃	真庭36号	〃

表-2 本県少花粉ヒノキ一覧

育種基本区	産地	品種	開発年度
関西	兵庫	氷上1号	2007
〃	〃	多可6号	〃
〃	岡山	英田1号	〃
〃	〃	真庭1号	〃
〃	〃	真庭2号	〃
〃	〃	真庭3号	〃
〃	〃	真庭7号	〃
〃	〃	真庭9号	〃
〃	〃	局新見7号	〃
〃	〃	局新見10号	〃
〃	広島	賀茂1号	〃

ているが、クローン増殖は一時に多量の苗木生産が困難なものの親の性質をそのまま伝えることができるのに対し、実生増殖は、苗木の性質がばらつくものの多量の苗を生産できるという特徴がある（全国林業改良普及協会 1998）。これらの点と本県のスギ・ヒノキの需要量を踏まえ、当プランにおいては、スギについては、さし木やつぎ木などのクローン増殖により、ヒノキについては、実生増殖により普及することとしている（岡山県農林水産部治山課 2007）。スギは一般にさし木が容易（宮崎・佐藤 1959）とされているが、少花粉スギについては、過去に関西林木育種場や旧岡山県林業試験場により、発根率の試験が行われ、

表-3 少花粉スギのさし木発根率

品種	年度							平均
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	
英田1号	37	87	12				76	53.0
英田3号	3	20	2				20	11.3
英田7号	6		36				88	43.3
苔田9号	33	73	26				38	42.5
苔田13号	23		0				18	13.7
苔田15号	27	77	18				62	46.0
苔田18号	13	73	22				36	36.0
苔田20号	96	98	76	69	76	92	88	85.0
苔田21号	13	87	62				66	57.0
真庭36	20	63	16				28	31.8

注1: 黒色土練床さし

注2: 旧岡山県林業試験場実施

苔田13号など6品種の発根率は30%未満という結果（林木育種センター関西育種場ホームページ）や、苔田20号は発根率が69～98%（平均84.5%）、英田1号が12～87%（平均45.3%）であったが、英田3号が2～20%（平均8.3%）、苔田13号が0～23%（平均11.6%）と10品種中、7品種の平均発根率が50%を下回る（岡山県林業試験場 未発表）（表-3）など、一部の品種で発根率が低い結果となっている。ヒノキについては、実生増殖のため、他の形質が交ざり、花粉量に差が生じることも予想される。また、少花粉品種は精英樹次代検定林（以下、検定林）等から選抜されたことから、成長及び曲がり等の形質は優れたものであると期待されるが、実際の普及に当たっては、より多くの情報を得る必要がある。

そこで、これらのことを踏まえ、本研究においては、少花粉スギ品種の発根率の向上、所内採種園や検定林における雄花着花量、検定林での成長量や形態などを調査することとした。

## II 材料と方法

### 1. さし木による増殖

2007～2010年にさし木による増殖試験を、採穂日、さしつけ日等の条件を変えて実施した（表-4）。処理方法は、穂長、ビニール被覆、発根促進剤、電熱温床等により、次のとおり区分した。全ての試験で発根は、根の長さが3cm以上のものを対象とし、3cm未満やカルス形成のみのは除外した（図-1）。なお、各試験に用いた品種及び本数は、表-5のとおりである。

(1) 普通穂 (2007年・露地)

2007年4月中旬に穂木を採取し、3～5℃の冷蔵庫で約1ヶ月保管した。5月中旬に穂の長さを20～25cmに調整後、オキシベロン粉末 (IBA 0.5%) を塗布し、露地の鹿沼土にさしつけた (図-2)。さしつけ後、寒冷紗 (遮光率 45～75%) を設置し、自動灌水により、1日3回給水した。2007年11月中旬に掘り取り、発根率を調査した。

(2) 普通穂 (2008年・露地)

2008年3月中旬に穂木を採取し、採穂翌日に穂の長さを20～25cmに調整し、オキシベロン液剤 4,000 倍液 (IBA1ppm) に 24 時間浸漬後、露地の鹿沼土にさし



図-1 発根状況

注：左は発根無、中はカルスのみ、右は発根有り

つけた。さしつけ後、ビニールトンネルで被覆し、さらに寒冷紗 (遮光率 45～75%) を設置した。灌水は、1日3回とし、自動灌水により行った。2008年12月中旬に掘り取り、発根率を調査した。

(3) 短穂 (2007年・温室・個別ビニール被覆)

2007年3月中旬に穂木を採穂後、3～5℃の冷蔵庫で1カ月半冷蔵し、4月下旬に穂の長さを約10cmに調整の上、温室内の鹿沼土を入れたプラスチックトレイ (内寸、縦×横×高：32cm×46cm×7cm) にさしつけた。さしつけ後、全個体の半数に対し、湿度保持用にビニール被覆を行った (図-3)。発根促進処理は、オキシベロン液剤 4,000 倍液 (IBA1ppm) に 24 時間浸漬、オキシベロン液剤 100 倍液 (IBA40ppm) に数秒浸漬、対照の3条件とした。2007年11月中旬に掘り取り、発根率を調査した。

(4) 短穂 (2008年・温室・電熱温床)

2008年3月中旬に短穂さし用の穂木を採取し、3～5℃の冷蔵庫で1ヶ月半冷蔵後、4月下旬に穂の長さを10cmに調整の上、温室内の鹿沼土を入れたプラスチックトレイの半数の底に、電熱線を通して電熱温床とし、1日3回の自動灌水を行った。発根促進処理は、オキシベロン液剤 4,000 倍液 (IBA1ppm) に 24 時間浸漬処理とした。2008年12月上旬に掘り取り、発根率を調査した。

表-4 少花粉品種試験一覧

実施年	2007		2008		2009	2010	
穂種	普通穂	短穂	普通穂	短穂	短穂	長穂	
採穂時期	4月中旬	3月中旬	3月中旬	4月下旬	2月下旬	5月中旬	
冷蔵	有	有	—	有	有	—	
さし付時期	5月中旬	4月下旬	3月中旬	4月下旬	4月中旬	5月中旬	
さし付場所	露地	温室	露地	温室	温室	露地	
土質	鹿沼土	鹿沼土	鹿沼土	鹿沼土	鹿沼土	練り土	
IBA 粉剤	○	—	—	—	—	—	
IBA 液剤	—	1mmp 24時間	40mmp 数秒	—	1mmp 24時間	1mmp 24時間	667ppm 90分
灌水	3回/日	3回/日	3回/日	3回/日	3回/日	—	
寒冷紗	有	—	有	—	—	有	
ビニール被覆	—	有・無	—	—	—	—	
ビニールトンネル	—	—	有	—	—	—	
電熱線	—	—	—	有・無	—	—	
保水剤	—	—	—	—	—	有	

注：穂の長さ 短穂=10cm, 普通=20～25cm, 長穂=40cm

表－5 少花粉品種試験別本数一覧

(単位：本)

品種	2007			2008			2009	2010		
	普通穂	短穂		普通穂	短穂		短穂	長穂		
		被覆有	被覆無		電熱無	電熱有		IBA	保水剤	対照
英田1号	—	—	—	—	—	—	1,400	30	30	30
英田3号	600	90	90	1,217	300	3,388	900	30	30	30
英田7号	600	90	90	1,158	780	2,400	500	30	30	30
苫田9号	—	—	—	—	—	—	—	30	30	30
苫田13号	600	—	—	1,217	780	1,680	900	30	30	30
苫田15号	—	—	—	—	—	—	—	30	30	30
苫田18号	600	—	—	1,217	240	2,160	2,300	30	30	30
苫田20号	300	90	90	558	60	2,454	—	30	30	30
苫田21号	300	90	90	33	240	36	2,800	30	30	30
真庭36号	—	—	—	—	—	—	1,400	30	30	30
計	3,000	360	360	5,400	2,400	12,118	10,200	300	300	300

注1：2007年の短穂の被覆とは、個別にビニールを被覆した（図－3）。

注2：2010年は、各処理毎に採穂位置別（上部、中部、下部）に各10本を試験した。



図－2 さし木試験（露地，鹿沼土，IBA 粉衣）



図－3 さし木試験（温室，個別ビニール被覆）



図－4 さし木試験（温室，電熱温床）



図－5 練り床①（整地及び練り土）



図-6 練り床② (さしつけ)

(5) 短穂 (2009年・温室)

2009年2月下旬に穂木を採取し、3～5℃の冷蔵庫で1ヶ月半冷蔵保管後、4月下旬に穂の長さを約10cmに調整の上、温室内の鹿沼土を入れたプラスチックトレイにさしつけ、1日3回の自動灌水を行った。発根促進処理は、オキシベロン液剤4,000倍液(IBA 1ppm)に24時間の浸漬処理とした。

(6) 長穂 (2010年・露地・練り床)

2010年5月中旬に穂木を採取し、長さを40cmに調整後、3日後に、苗畑(練り床)にさしつけた(図-5, 6, 7)。練り床は、傾斜度10°の既存の黒色土壌の畑を縦1m, 横50cm毎に区分し、各区画毎にバケツもしくはポリタンクで水を注入後、人力で土と練って設置した。各区画内に注入した水の量は、畝下部で10%, 中部で10～12%, 上部で15%とした。穂は、各区画内に横5列でさしつけた。処理条件は、発根促進剤区、保水剤区、対照区に3区分し、発根促進処理は、オキシベロン液剤6倍液(IBA 667ppm)に90分間浸漬、保水剤処理は、穂先を保水剤(サンテクノ製、ウォーターキープ0.2%)に数秒浸漬した。2011年3月上旬に掘り取り、発根率を調査した。

(7) 長穂・採穂高別 (2010年・露地・練り床)

2010年試験において、採穂時に台木の樹冠部を上、中部、下部に3等分し、それぞれの高さから穂木を採取した。2011年3月上旬に、採穂高別の発根状況を調査した。

(8) 長穂・雄花着花量 (2010年・露地・練り床)

2010年試験において、苗木段階における少花粉品種の雄花着花状況を把握するため、2011年4月に苗畑で各品種の雄花着花状況を調査した。雄花の着花の判定は、着花量の多少に関わらず、着花している全ての個



図-7 練り床③ (さしつけ後, 寒冷紗)

体を「着花有」とした。

## 2. 精英樹次代検定林における成長調査

少花粉スギ及び少花粉ヒノキの成長特性を把握するため、少花粉品種が植栽されている検定林において、2009年度に2カ所、2010年度に4カ所をそれぞれ調査し、樹高、胸高直径及び形態を調査した。樹高は、測高機(ティンバーテック製 VERTEX III TRANSPONERT3)で0.1m単位、胸高直径は輪尺により、0.1cm単位でそれぞれ測定した。調査後、樹高及び胸高直径について、岡山県林分収穫表(岡山県農林部林政課 1971)(以下、林分収穫表)と比較した。

調査した少花粉品種は、スギが4品種、ヒノキが11品種、計15品種である(表-6)。調査検定林数は5カ所であるが(表-7)、検定林には1品種につき3区設定されており、全調査区数は69区であった。なお、スギ4品種のうち、3品種はさし木で、1品種が実生であった。ヒノキは、全て実生であった。

## 3. 雄花着花性の追跡調査

少花粉ヒノキの成木における雄花着花性を再確認するため、2007年4月に検定林3カ所において、ラジコンヘリコプター(ヒロボー製)による空撮を行った。同じく2008年4月上旬に、所内採種園2カ所(118号, 132号)及び検定林5カ所において、双眼鏡及び裸眼により雄花着花状況をそれぞれ調査した(表-8)。同様に、2009年4月上旬に所内採種園4カ所(118号, 120号, 130号, 131号)及び検定林5カ所(表-8)、2010年4月上旬に2009年と同じ調査地において、雄花着花状況をそれぞれ調査した。なお、所内採種園はクローン個体、検定林は実生F1個体である。検定林の調査地は3年間とも同じ場所とした。

調査に当たっては、スギ花粉発生源対策推進方針(平成13年6月19日13林整備第31号)の(別記

表-6 少花粉品種次代検定林調査一覧

樹種	品種	検定林番号 (西岡精第 号)		
スギ	苫田21号(実生)	43		
	苫田13号(挿)	44		
	苫田15号(挿)	44		
	真庭36号(挿)	44		
ヒノキ	氷上1号	63		
	多可6号	63	64	
	英田1号	41		
	真庭1号	41	45	64
	真庭2号	41	45	
	真庭3号		45	
	真庭7号	41	45	
	真庭9号	41	45	
	局新見7号	63		
	局新見10号	63	64	
	賀茂1号	41	45	

2) 「雄花着花性に関する特性調査要領 (ヒノキ)」

表-7 少花粉品種次代検定林調査地一覧

樹種	林齢 (年)	調査年度	検定林番号 (西岡精第 号)	品種数	所在
スギ	30	2010	43	1	真庭市 (旧八束村) 蒜山下長田
	30	2010	44	3	鏡野町 (旧奥津町) 羽出西谷
ヒノキ	20	2009	63	4	美作市 (旧英田町) 南
	20	2010	64	3	赤磐市 (旧赤坂町) 惣分
	30	2009	41	6	新見市 (旧神郷町) 下神代
	30	2010	45	6	赤磐市 (旧赤坂町) 多賀

注: 林齢は調査年度時

表-8 少花粉品種次代検定林雄花着花量調査地一覧

樹種	検定林 設定年度	検定林番号 (西岡精第 号)	調査 品種数	内少花粉 品種	所在
ヒノキ	1985	55	22	6	久米郡久米南町羽出木
	1989	63	18	4	美作市 (旧英田町) 南
	1987	58	20	3	赤磐市 (旧吉井町) 黒沢
	1990	64	6	2	赤磐市 (旧赤坂町) 惣分
	1988	61	9	3	津山市 (旧勝北町) 新野山形

により実施した。

III 結果と考察

1. さし木による増殖

(1) 普通穂 (2007年・2008年・露地)

2007年にオキシベロン粉末 (IBA 0.5%) を用い、露地の鹿沼土にさしつけた結果、発根率は、英田3号が2.7%、英田7号が8.8%、苫田13号が7.2%、苫田18号が10.5%、苫田20号が12.3%、苫田21号が5.7%、平均で7.9%と、6品種中、4品種が10%以下であった (図-8)。

一方、2008年にオキシベロン液剤 4,000 倍液 (IBA 1 ppm) を用い、ビニールトンネルを設置した露地の鹿沼土にさしつけた結果、発根率は、英田3号が62.2%、英田7号が90.4%、苫田13号が86.4%、苫田18号が75.3%、苫田20号が43.7%、苫田21号が57.6%、平均で69.3%であった。2007年に比べ平均で61.4ポイント増加し、6品種中、5品種が50%以上となるなど、2007年と2008年の試験には著しい有意差が認められた ( $P < 0.01$ ) (図-8)。

2007年試験と2008年試験で異なる条件は、採穂・さしつけ時期、発根促進剤の使用方法及びビニールトンネル設置の有無の3点である。

さし木の発根率と貯蔵期間については、春先の繁忙期の労力を分散させるため、冬期に採穂し貯蔵後、春にさしつける方法が行われている (林業種苗研究会

2007) が、とりざし、3ヶ月貯蔵、5ヶ月貯蔵とした場合、発根率はとりざしが最も高く、採穂後さしつけ時期が早いほど発根率は高いという報告がある(田淵・藤澤 1999)。今回も採穂後、1～2週間以内にさしつけた方が発根率は高く、田淵らの試験結果と同じ結果となっていた。

穂木の発根促進には、オキシベロン粉末やオキシベロン液剤等が様々な倍率で試験されており、例えば抵抗性クロマツの発根促進処理として、オキシベロン液剤100倍液(IBA 40ppm)に一晩浸漬し、さらにオキシベロン粉末(IBA 1.0%)を塗布(後藤 1998)のように粉末と液剤を併用している事例や、オキシベロン原液(IBA 4000ppm)に1秒浸漬(森・宮原 2002)などの事例がみられ、いずれも発根率を向上させている。今回の試験では、オキシベロン液剤がオキシベロン粉末より有意に効果的であったが、オキシベロン粉末処理は2007年の露地試験(普通穂)のみの結果であり、採穂時期やさしつけ時期など、他の条件を変え再度検討する必要がある。

ビニールトンネルについては、地温の上昇や地面からの水分蒸散防止等の効果があり、スギ、ヒノキ、花木などでよい成績をあげている(田中 1979)。今回もこれらの効果が発揮でき、発根率の向上が図れたものと思われる。

(2)短穂(2007年・温室・個別ビニール被覆)

短穂の場合でも根長が3cm以上の発根が多数みられたが(図-9)、ビニール被覆の有無による発根率の違いをみると、オキシベロン液剤4,000倍液(IBA 1ppm)に数秒浸漬の場合、有りの発根率は3.3～70.0%(平均27.5%)、無しが20.0～60.0%(平均35.8%)( $P > 0.05$ )、同じくオキシベロン液剤100倍液(IBA 40ppm)に数秒浸漬の場合、有りの発根率が6.7

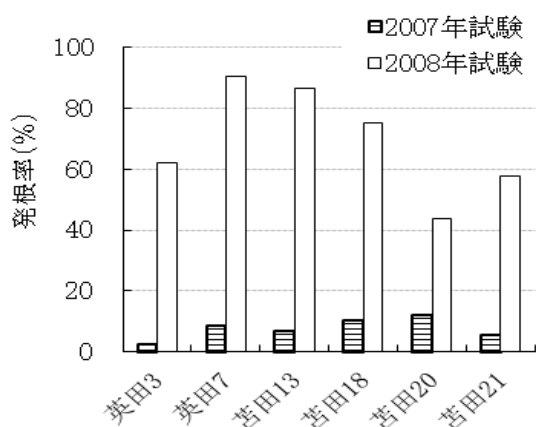


図-8 さし木試験発根状況(露地, 鹿沼土)

～33.3%(平均20.0%)、無しが3.3～36.7%(平均21.7%)( $P > 0.05$ )、同じく対照区の有りが発根率6.7～46.7%(平均20.8%)、無しが0.0～20.0%(平均10.8%)( $P > 0.05$ )(図-10)と、いずれの場合も有意な差が認められなかった。

スギ精英樹クローンに対し、ミストスプレー(噴霧灌水)を行ったところ、発根率には著しい有意差が認められた(戸田・井島 1978)など、スギの発根性の向上には、適切な湿度保持が必要であることが知られているが、今回の短穂を用いた個別のビニール被覆については、各さし穂に対する湿度保持効果は認められなかった。

(3)短穂(2008年・電熱温床)

電熱線の有無による発根率については、電熱線有が14.5～46.7%(平均発根率30.2%)で、電熱線無しが23.2～63.5%(平均発根率36.0%)となっており、数値的には、6品種中、5品種で、電熱線有の方が高かったものの、有意差は認められなかった( $P > 0.05$ )(図-11)。

一般に発根には、15～25℃の温度が必要とされ、そのために電熱温床や温泉熱利用の温床などが利用されているが(林業教育研究会 1972)、さらに、温室だけでなく露地の苗床試験においても使用されている(佐々木ら 2004)など、その有用性が周知されている。今回実施した2008年の試験において、近隣の津山測候所での観測値をみると、日平均気温が4月下旬から14℃を超え、5月以降はほぼ毎日15℃を超えていた(気象庁ホームページ)。さらに、今回の試験では、トレイを温室内に設置していたことから、温室内の気温は電熱温床でなくても発根に必要な温度が確保できていたと思われる。これらのことから電熱温床の有無による発根率の差がみられなかったものと推察された。



図-9 さし木試験発根状況(短穂, 2007年)

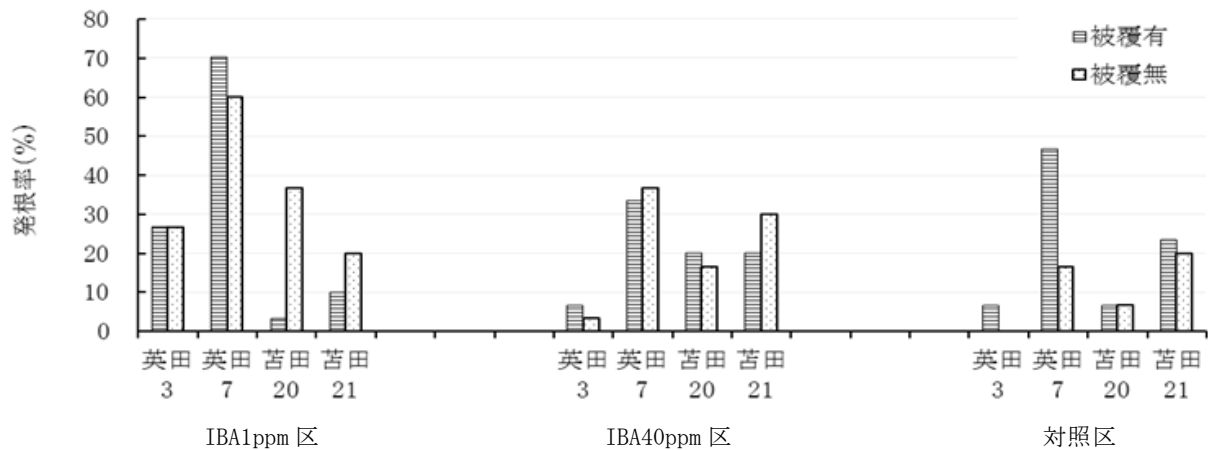


図-10 被覆有無別発根率

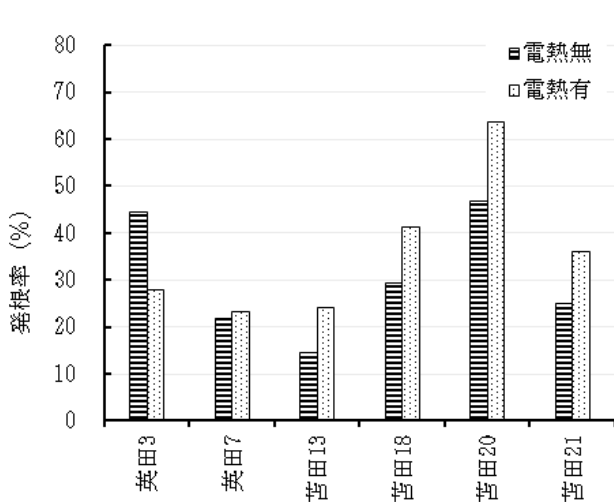


図-11 電熱温床有無別発根率 (短穂・2008年)

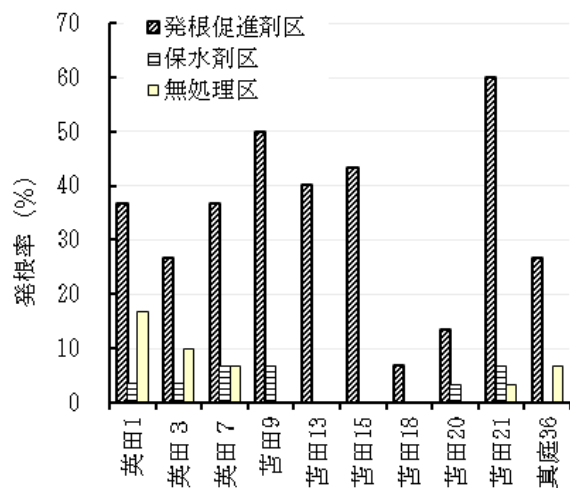


図-12 発根処理別発根率 (長穂・2010年)

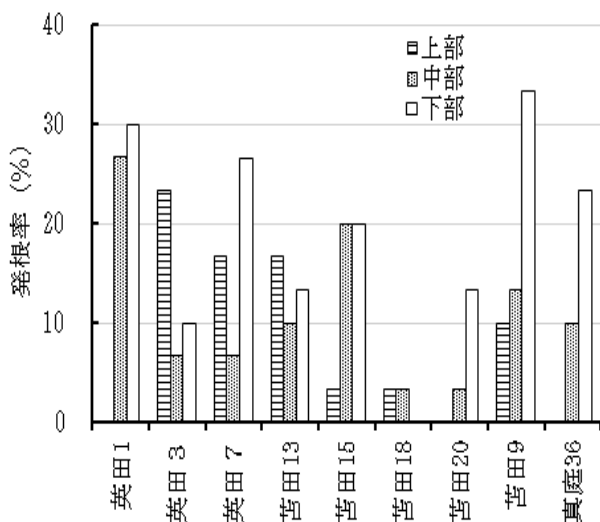


図-13 採穂高別発根率 (長穂・2010年)

(4) 短穂 (2009年・温室)

2009年に実施した温室での短穂さし試験は、夏期に自動灌水用の給水ポンプのベルトが破損し、数日間灌水が不能となり、プラスチックトレイにさしつけた全さし穂が枯死した。そのため、試験に供した少花粉品種の発根率を得ることができなかったが、今後、苗木生産において灌水施設を設置する上で、留意すべき点として、特記した。

(5) 長穂 (2010年・露地・練り床)

練り床を用いたさし木試験の発根率は、処理毎に、発根促進剤区が、6.7～60.0% (平均34.0%)、保水剤区が、0～6.7% (平均3.0%)、無処理区が、0～16.7% (平均4.3%)と、発根促進剤区は他の2区に比べ、平均で10倍前後の発根率を示すなど著しく有意な差が認められた。(P < 0.01) (図-12)。



練り床は、さしつけ時に畑に注水し、土と混ぜるのみで、その後の灌水等の施設が不要で、経費を安く抑えることができる。また、自動灌水施設の場合、ポンプの故障、停電、断水など不測の事態が発生した場合、苗木生産に大きな支障が出る。実際、今回の2009年試験では、灌水用の室内ポンプ用ベルトが破損し、温室内のプラスチックトレイにさした苗木が全て枯死するという事態が発生した。さらに本県では山頂付近に位置する苗畑もあるが、このような場所では灌水施設の設置が困難であるだけでなく、育苗中における施設の維持管理も負担になる。

練り床は、既に県内の民間苗木生産業者において、オキノヤマ、エンドウ等の発根性の良い品種を対象に行われているが、今回、発根性の悪い少花粉スギの一部品種においても、有効性が確認されたことから、今後、注水量やビニールトンネル等の条件を変え、さらにより良い条件について研究すべきであると思われる。

#### (6)長穂・採穂高別 (2010年・露地・練り床)

練り床試験における採穂高別の発根率は、上部からの穂が最もよかった品種が2品種(英田3号, 苫田13号), 下部からの穂が明らかによかった品種が4品種(英田7号, 苫田20号, 苫田9号, 真庭36号)であったが, 少花粉品種全体では, 採穂高別の違いはみられなかった ( $P > 0.05$ ) (図-13)。

一般に、発根率は樹冠の下部の枝は充実しているため発根がよい(林業教育研究会 1972), 樹冠部の下

部から採穂した方が上部のものより発根率及び発根量とも優れている(田中 1979)など, 低い位置から採穂した方が, 発根率が良いとする報告が多い。しかし, その傾向は品種により異なり, 例えばウラセバルやトサグロは上部から, エンドウやオキノヤマは下部からのほうが良い(戸田 1953)とする報告もある。今回は全体としては, 採穂高の違いによる発根率に有意差は認められなかったが, 今後, さらに試験を重ね採穂高別の発根率の違いを再確認する必要がある。

#### (7)長穂・雄花着花量 (2010年・露地・練り床)

さし木苗の床替え時に雄花着花量を調査したところ, 英田1号では, 全生存個体の33.3%に雄花が着花し, 採穂高が下部の場合では, 発根苗の37.5%, カルス形成苗の33.3%に雄花の着花がみられ, また, 発根していない穂木でも28.6%の個体に雄花が着花していた(図-12)。採穂高が中部の場合では, 雄花の着花は発根苗とカルス形成苗がそれぞれ37.5%と41.7%で, 発根していない穂木での着花はみられなかった。今回, 採穂高が上部からの穂木で発根したものはなかったが, カルス形成苗と無発根苗に雄花の着花はみられなかった。英田3号では, 採穂高上部からのカルス形成苗1本のみ雄花の着花がみられた。

今回の雄花の着花は, 採穂台木ではみられず, 苗木の床替え時にみられたものである。従って, 今後, 他の品種も含めた苗木段階での雄花着花量の継続調査を行い, 生育段階における雄花着花量を, 確認する必要がある。

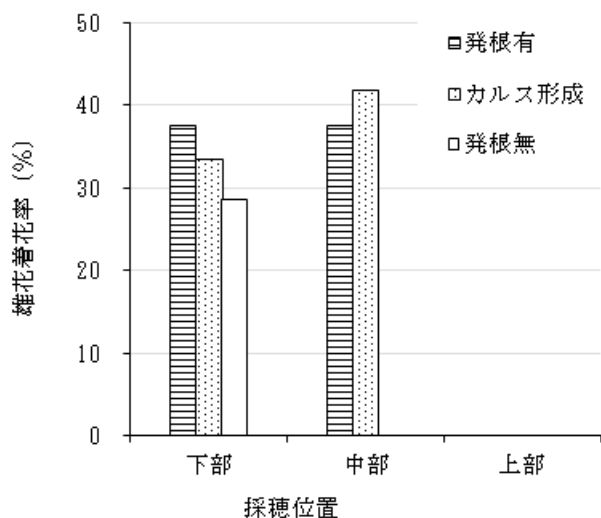


図-14 採穂高さ別雄花着花率 (英田1号)  
注: 雄花着花率は当該苗木の本数割合を示す



図-15 雄花着花状況 (英田1号)

## 2. 精英樹次代検定林における成長調査

スギの西岡精第 43 号の苫田 21 号（実生）は、検定林内の 3 区とも林分収穫表の「地位中」の値より大きく、平均胸高直径で 39 ~ 59 %，平均樹高で 25 ~ 37 % 上回っていた（図 - 16）。

一方、西岡精第 44 号のさし木の 3 品種（苫田 13 号，苫田 15 号，真庭 36 号）は、林分収穫表の「地位中」の値より小さい区が多く、特に苫田 13 号では、胸高直径，樹高がそれぞれ林分収穫表の 46 %，48 % という成長の悪い区がみられ（図 - 17），特に成長の悪い 3 区は、中腹部より尾根側では、樹高が 1 ~ 4 m 台と極端に悪い状況であった（図 - 18）。

ヒノキでは、全般に良好な成長を示しており（図 19 - 22），特に西岡精第 63 号（ヒノキ 20 年生）及び 41 号（ヒノキ 30 年生）における樹高と胸高直径は、林分収穫表の地位中と比較すると、それぞれ 2 ~ 3 割の増加がみられた。しかし、西岡精第 45 号の真庭 1 号の 3 区，真庭 2 号の 1 区，真庭 7 号の 3 区，真庭 9 号の 3

区などは、林分収穫表の「地位中」の値とほぼ同等の値であった（図 - 22）。

検定林は、選抜によって作り出された育種集団であり、選抜限界，元親効果から判断し，育種初期の集団改良には極めて有効であるが（大場・勝田編 1991），現有の精英樹系統は比較的地味が良く，各種の被害があまり発生しないような立地条件ではその能力を発揮できるが，気象害や病虫害の多発する地域には適さず（古越・谷口 1982），また，その遺伝性の優劣の判定は次代検定によらなければならない（林業教育研究会編 1967）。今回成長の悪かった苫田 13 号の植栽地は，隣接する他の品種も成長が悪く，被圧や地味等によるものと推察され，立地条件により成長量に大きな差があることが判明した。今後もより多くの検定林を調査し，少花粉品種の成長特性を把握する必要がある。なお，スギ，ヒノキとも大きな曲がり等育林上，問題となる形態異常は認められなかった。

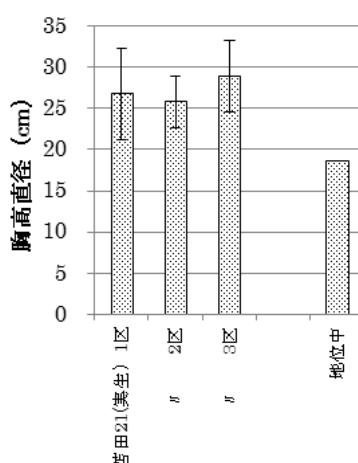
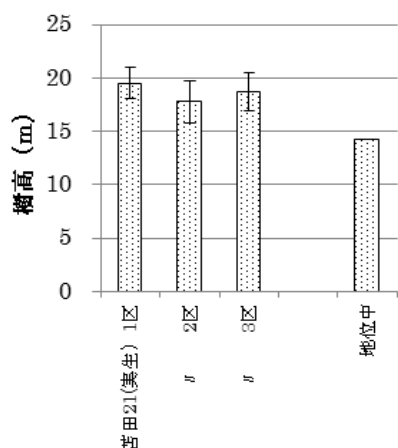


図 - 16 少花粉スギ成長量（西岡精第 43 号）。誤差線は標準偏差を示す。

注：地位中とは，岡山県林分収穫表で当検定林に該当する表の地位中の値である。

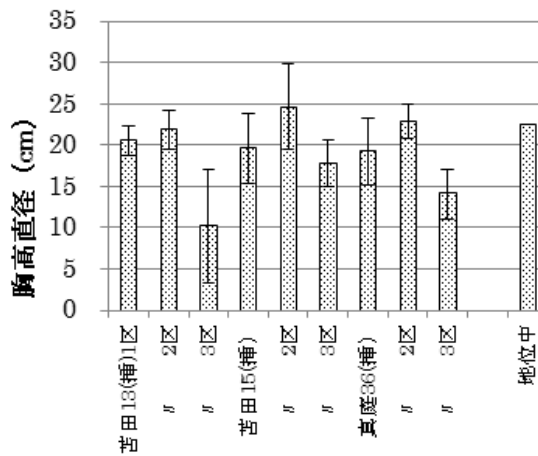
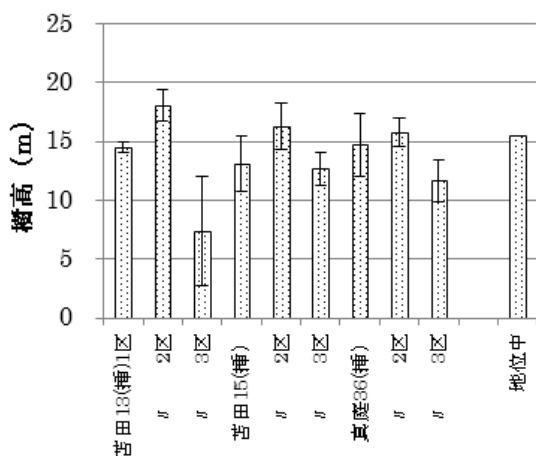


図 - 17 少花粉スギ成長量（西岡精第 44 号）。誤差線は標準偏差を示す。

注：地位中とは，岡山県林分収穫表で当検定林に該当する表の地位中の値である。

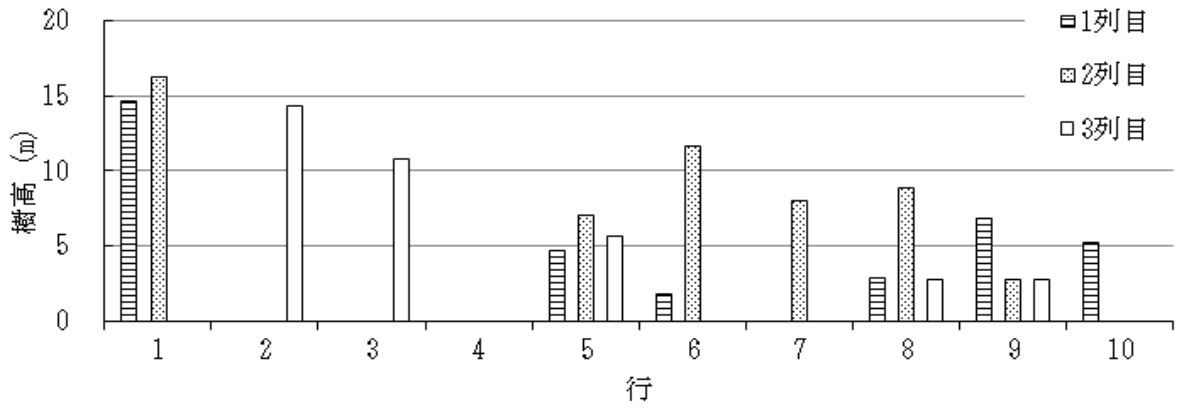


図-18 苫田13号(挿)の配置別樹高  
注：行の1が谷側、10が中腹側である。

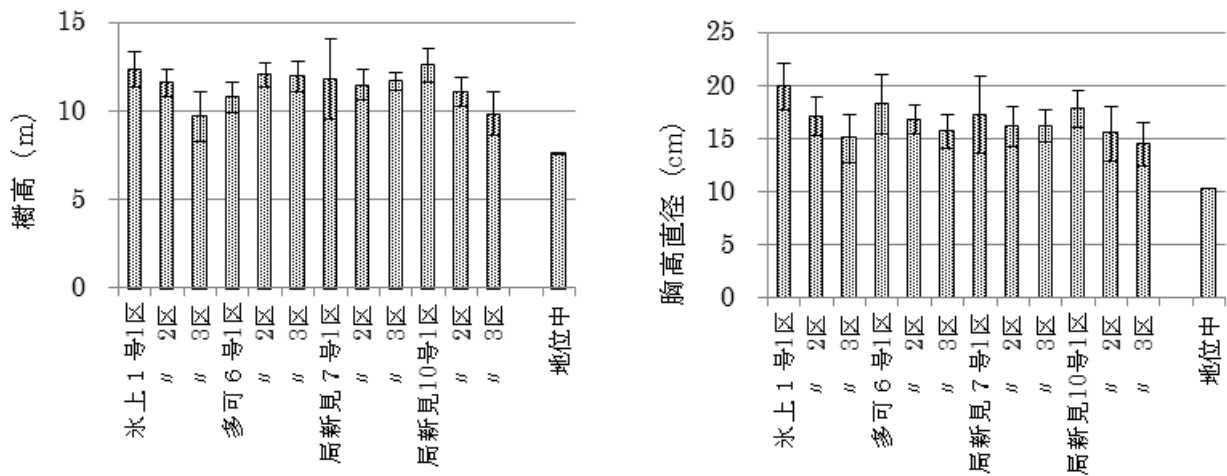


図-19 少花粉ヒノキ成長量(西岡精第63号)。誤差線は標準偏差を示す。  
注：地位中とは、岡山県林分収穫表で当検定林に該当する表の地位中の値である。

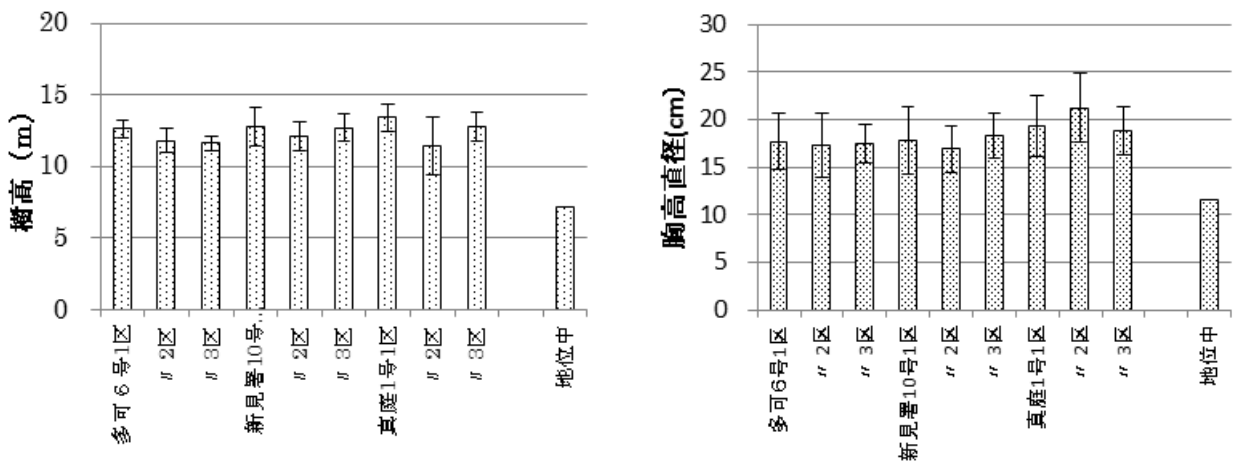


図-20 少花粉ヒノキ成長量(西岡精第64号)  
注：地位中とは、岡山県林分収穫表で当検定林に該当する表の地位中の値である。

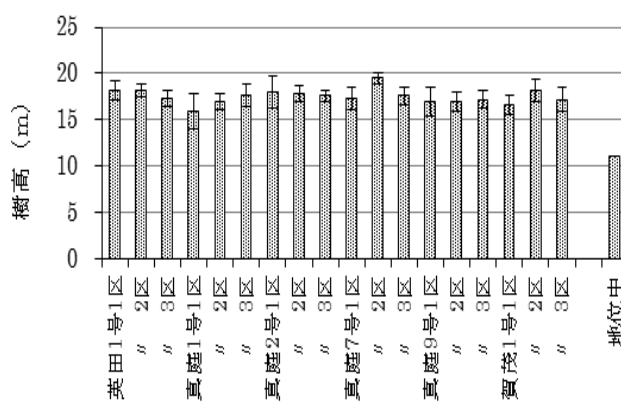
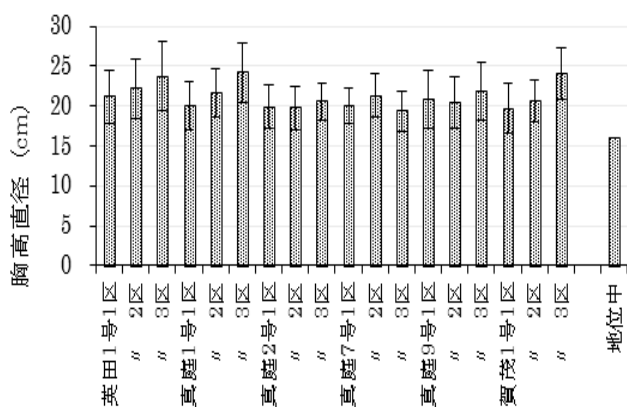


図-21 少花粉ヒノキ成長量（西岡精第41号）

注：地位中とは、岡山県林分収穫表で当検定林に該当する表の地位中の値である。

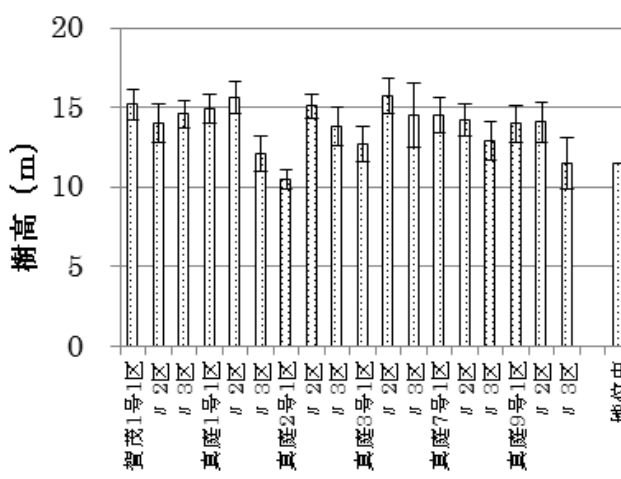
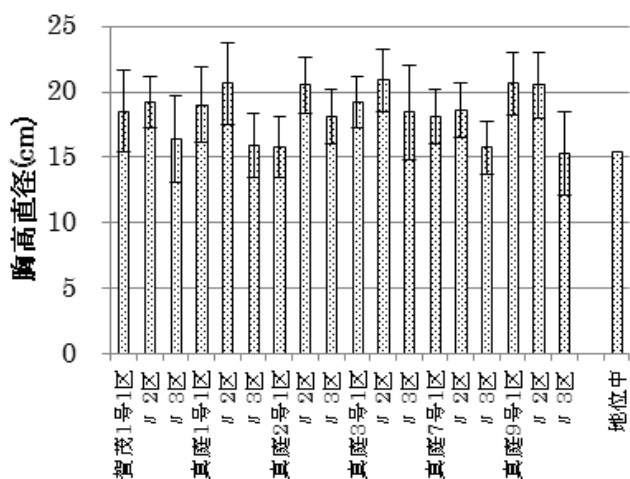


図-22 少花粉ヒノキ成長量（西岡精第45号）

注：地位中とは、岡山県林分収穫表で当検定林に該当する表の地位中の値である。

### 3. 雄花着花性の追跡調査

2007年に実施した検定林3カ所でのラジコンヘリコプターによる空撮では、雄花の着花量を明確に判別することができず、有効な方法とはならなかった。

2008年と2009年に採種園118号で調査した雄花着花量をみると、非少花粉品種（3品種）及び少花粉品種（10品種）の指数1（雄花の着生範囲、着生量とも非常に少ないか全くない）及び指数2（雄花の着生範囲が狭く、着生量が少ない）の累積割合は、それぞれ2008年の非少花粉品種が76.5～92.9%（平均86.4%）、少花粉品種が18.8～70.0%（平均46.1%）、2009年の非少花粉品種が0.0～7.1%（平均4.1%）、少花粉品種が0.0～42.9%（平均9.0%）と、非少花粉品種と少花粉品種の雄花着花量に有意な差は認められなかった（ $P > 0.05$ ）が、2008年と2009年

の雄花着花量には両品種とも著しく有意な差が認められた（ $P < 0.01$ ）（図-23）。

通常、結実是不規則で、豊年は3～5年か、時にはそれ以上であったり（林業種苗研究会 2007）、機械的な損傷や肥料要素のアンバランスなどにより着花量が異なる（古越・谷口 1982）等、様々な要因により着花量に差が生じることから、今回の採種園での雄花着花量も、調査年により有意な差が生じていたものと思われる。

2009年に調査した採種園4カ所（118号、120号、130号、131号）における品種別の指数1及び指数2の平均累積割合は、非少花粉品種（3品種）が27.3%、少花粉品種（10品種）が26.4%と有意な差はみられなかった（ $P > 0.05$ ）（図-24）。

2008年に検定林で実施した雄花着花量調査の結果、

西岡精第 55 号では全調査品種 22 品種中、少花粉品種は 6 品種で、そのうち、指数 1 及び指数 2 の累積割合が 50 %を超えたのは、真庭 7 号、真庭 9 号、英田 1 号、真庭 2 号の 4 品種で、真庭 1 号及び真庭 3 号は 50 %を下回った(図- 25)。西岡精第 63 号 及び第 64 号では、少花粉品種がそれぞれ 4 品種及び 2 品種存在したが、指数 1 及び指数 2 の累積割合は、いずれも 50 %を超えていた(図- 26, 28)。一方、西岡精第 58 号では、少花粉品種の 3 品種全てが 50 %以下で(図- 27)、西岡精第 61 号でも少花粉品種 3 品種中、1 品種が 50 %以下であった(図- 29)。なお、2009 年は西岡精第 61 号以外は、全て指数 1 及び指数 2 の累積割合が 90 %以上、2010 年は全調査品種の累積割合が 100 %と、着花量は非常に少なかった。

一方、2009 年の採種園では、少花粉品種は全ての品種が非少花粉品種より累積割合が少なかったものの、有意な差は認められなかった ( $P > 0.05$ )。これは、種子生産を目的として剪定などが実施されているほか、着花しやすい間隔に造成されているため、明確な差が生じなかったものと考えられる。

検定林での着花量では、少花粉品種は、全検定林内で 10 品種、18 カ所を調査したが、そのうち真庭 1 号が 2 カ所で累積割合が 50 %を下回るなど、雄花着花量が多かった品種が一部にみられるが、累積割合が 50 %を超えた調査カ所数は、12 カ所 (66.7 %)であり、また、各検定林で比較的花粉が少ない範疇に入るなど、実生 F1 においても、少花粉品種の特性を発揮できるものと考えられる。

一方で、非少花粉品種であっても、英田 2 号は西岡精第 55 号及び第 58 号で、指数 1 及び 2 の累積割合が最も多く雄花着花量が少ないことから(図- 25, 27)、今後、新たな少花粉品種の候補として、継続調査する必要があると思われる。

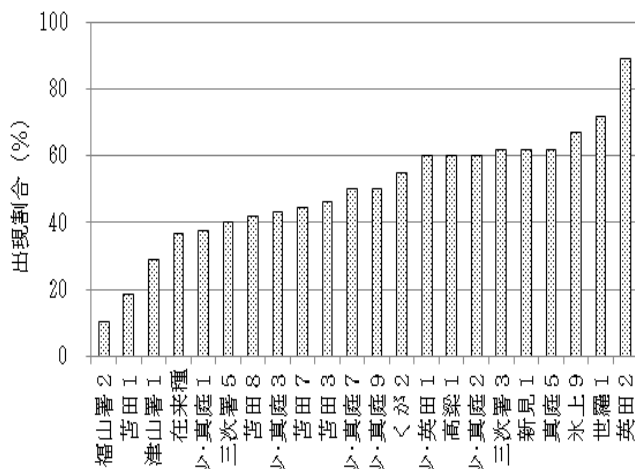


図- 25 品種別雄花着花累積割合 (西岡精第 55 号)

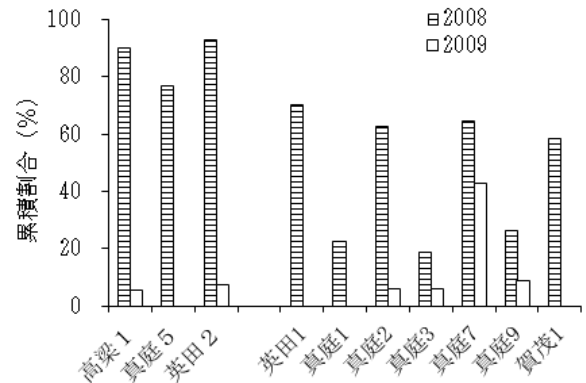


図- 23 年度別品種別雄花着花量の累積割合  
注：採種園 118 号での指数 1 及び 2 の累積割合

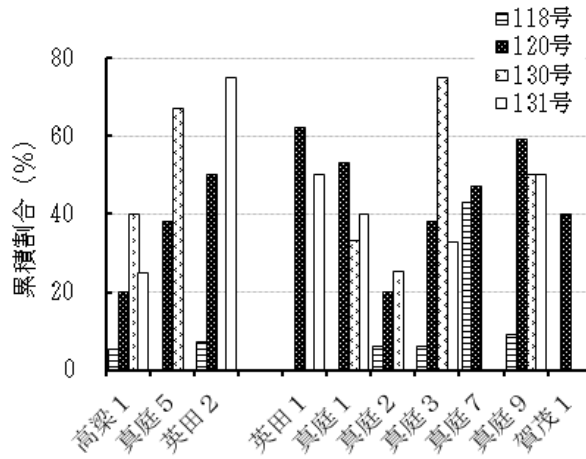


図- 24 品種別雄花着花量の累積割合 (2009 年度)  
注：採種園 118 号, 120 号, 130 号, 131 号での指数 1 及び 2 の累積割合

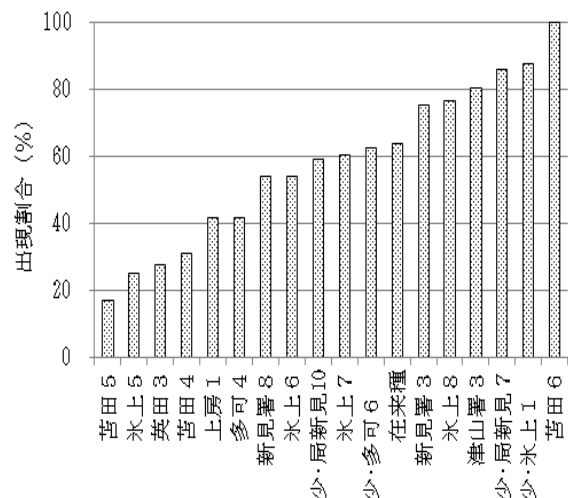
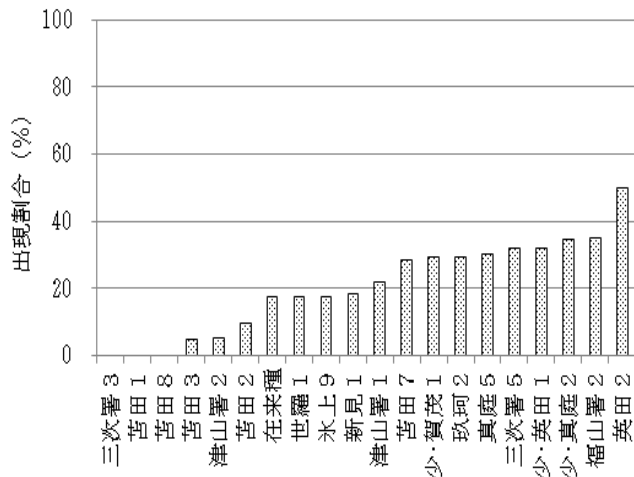
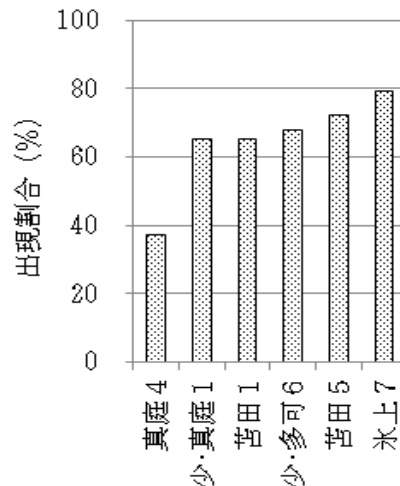


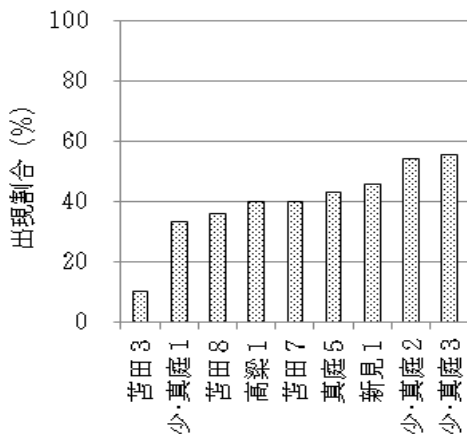
図- 26 品種別雄花着花累積割合 (西岡精第 63 号)



図一 27 品種別雄花着花果積割合 (西岡精第 58 号)



図一 28 品種別雄花着花果積割合 (西岡精第 64 号)



図一 29 品種別雄花着花果積割合 (西岡精第 61 号)

## 5. おわりに

花粉症対策が全国的な問題となる中、国を初め、東京都等関係自治体の積極的な対策(林野庁 2008, 河瀬 2011 など)が進められ、それに合わせ各研究機関においても少花粉品種の開発(池本 2010, 池田ら 2008 など)や、無花粉品種の開発(齊藤 2009, 齊藤 2010, 袴田ら 2008 など)が進められている。一方で、スギは我が国の林業経営上、重要な樹種であることから、少花粉品種の普及に際しては、材としての性質を把握する必要があるが、この点に関しては、精英樹次代検定林での調査結果(林木育種センター関西育種場ホームページ)に一部掲載されている他、幾つかの研究機関では、動的ヤング率や心材含水率等、材質に関する調査研究が行われている(池田ら 2008, 大川ら 2011)。

今回、本県においても「岡山県少花粉スギ・ヒノキ普及推進プラン」(岡山県農林部治山課 2007)を進め

ていく上での課題であった、少花粉スギのさし木による発根率の向上や、成長特性及び少花粉品種の雄花着花状況の把握等の調査研究を実施してきた。

今後は、県内民間苗木生産業者へ採穂台木用苗木の供給を行うとともに、少花粉スギの円滑な生産が行えるよう、雄花着花量や成長量等研究成果を公表していく必要がある。その中で、樹高や胸高直径等の成長特性に関しては、30年生でも樹高が4m台の個体が出現する品種があるなど、一部問題が確認されたことから、育種事業での精英樹次代検定林調査を継続的に行い、より多くの情報を蓄積していく必要があると思われる。

## 引用文献

- 後藤晋(1999)クロマツの挿し木増殖における発根条件の検討. 日林九支研論文集 62. 57-58.
- 袴田哲司, 山本茂弘(2008)スギ雄花形成の機構解明と抑制技術の高度化に関する研究. 静岡県農林技術研究所成績概要集(森林・林業編). 117-118.
- 古越隆信, 谷口純平(1982)実践林業大学 X X VI 林木の育種. 農林出版. pp109. 東京.
- 池田潔彦, 近藤晃(2008)材質と少花粉特性に優れた品種の創出技術に関する研究. 静岡県農林技術研究所成績概要集(森林・林業編). 1-2.
- 池本省吾(2010)IV 花粉の少ないスギ優良品種生産技術の確立. 鳥取県農林水産部農林総合研究所林試業報 H22. 9-10.
- 河瀬麻里(2011)都道府県林野行政におけるスギ花粉発生源対策の課題と見通し. 応用森林学会研究発表会・林業技術情報交換会要旨集 62. pp21.
- 気象庁ホームページ  
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>

- 宮崎紳, 佐藤亨 (1959) 苗木の育て方. 地球出版. pp115. 東京
- 森康浩, 宮原文彦 (2002) クロマツ挿し木増殖における発根条件の検討 (II). 九州森林研究 55. 134 - 135.
- 大場喜八郎, 勝田柁編 (1991) 林木育種学. 文永堂出版. p109. 東京.
- 大川雅史・森康浩・宮原文彦 (2010) 林木の遺伝育種に関する研究 - 花粉が少ないスギ在来品種の材質 - . 福岡県森林林業技術センター年報 H22. 22-23.
- 岡山県農林部林政課 (1971) 岡山県林分収穫表 (昭和46年)
- 岡山県農林部治山課 (2007) 岡山県少花粉スギ・ヒノキ普及推進プラン.
- 林業教育研究会編 (1967) 実践林業大学IV実践林木育種. 農林出版. 東京.
- 林業教育研究会編 (1972) 実践林業大学IX林業種苗. 農林出版. 166-194pp. 東京.
- 林業種苗研究会 (2007) 講習会テキスト林業種苗の生産・配布に必要な知識. 全国林業種苗協同組合連合会. 125-146pp. 東京.
- 林野庁 (2008) 平成20年版森林・林業白書, p. 4. 日本林業協会. 東京.
- 全国林業改良普及協会 (1998) 林業技術ハンドブック. 711pp. 社団法人全国林業改良普及協会. 東京.
- 齊藤真己 (2009) 無花粉 (雄性不稔) スギのデータベースの作成. 林木の育種 232. 44-46.
- 齊藤真己 (2010) スギ花粉症対策品種の開発. 日林誌 92. 316-323.
- 佐々木峰子, 倉本哲嗣, 平岡裕一郎, 岡村政則. 藤澤義武 (2004) 抵抗性クロマツのさし木技術の改良. 日林学術講 115. p775.
- 森林総合研究所林木育種センターホームページ: 花粉症対策品種.  
<http://ftbc.job.affrc.go.jp/index.html>
- 森林総合研究所林木育種センター関西育種場ホームページ: 関西育種基本区のスギ・ヒノキ精英樹特性表 (20年次)  
<http://kaniku.job.affrc.go.jp/tokuseihyou/index.html>
- 田淵和夫, 藤澤義武 (1999) スギ, ヒノキ, アカマツ穂木を用いた - 10度冷凍貯蔵試験. 林木育種センター研報 16. 65-74.
- 田中貞雄 (1979) スギ・ヒノキサシ木のしかたと管理. 社団法人全国林業改良普及協会. 東京.
- 戸田良吉 (1953) 林木育種. 朝倉書店. pp107. 東京.
- 戸田忠雄, 井島千歳 (1978) スギ精英樹クローンのミストサシキ試験の結果. 日林九州支部研論集 31. 75-76.