

2 スギ雄花着花特性の高度化事業

(国庫：H29 (2017) ～R3 (2021))

江島 淳

国課題名：花粉症対策品種の開発の加速化事業
参画機関：森林総合研究所林木育種センター（育種部、東北、関西、九州）
秋田県、東京都、石川県、岡山県、佐賀県ほか 11 県

目的

現在、花粉症アレルギー症状を有する人は国民の約 3 割にも上る。このような現状を受け、平成 19 年に林野庁と都道府県が連携し、平成 19 年に「スギ花粉症発生源対策推進方針」が定められ、花粉症対策品種への転換を図るための取り組みが全国的に行われている。

しかしながら、上記方針の中で定められた、雄花着花性の評価は、15 年生以上の個体を原則 5 年間以上調査した結果に基づくこととされている。

そこで、項目 1 及び項目 2 において、新品種の開発時に迅速に雄花の着花性を評価する手法として、ジベレリン処理により着花誘導を行う手法を検討するため、異なる処理濃度及び処理時期（樹齢）により試験を実施し、反応を調査する。

さらに、スギの品種ごとの雄花着花特性については、樹冠位置別に目視による指標評価を行うことで、評価対象個体の雄花着花量を 5 段階で評価しているが、この評価方法では評価値から花粉の生産量を具体的に関連付け難いという欠点があった。

そのため、項目 3 において、実際に雄花が着花している個体を伐倒し、雄花着花量または雄花に含まれる花粉量を測ることで、これまでの立木状態での目視による指標評価と実際の着花量の関係を明らかにする。

本研究は、国機関及び他県と構成された共同研究であり、本報告書で報告するような各県での調査結果は、国機関（森林総合研究所林木育種センター）で再集約され、雄花着花特性評価の高度化のための資料として整理される計画である。

項目 1：自然状態に最も近い雄花着花特性をもたらすジベレリン処理の調査

1-1 調査の概要（参考別紙：1/4～2/4 参照）

平成 30 年 7 月 13 日に大和採穂園の 4 クローン（F1 系統）、8 個体、総計 40 枝に 5 濃度の処理を行い、平成 30 年 12 月上旬に雄花着花量を評価した。

1-2 調査方法

5段階の着花指数は以下の判定基準に沿って評価した。

- 5：雄花の着生範囲が広く、着生量が非常に多い
(全体を見渡したときに着花範囲が4分の3以上、一房当たりの雄花数がおおよそ20以上)
- 4：雄花の着生範囲が広く、着生量が多い
(全体を見渡したときに着花範囲が4分の2以上4分の3以下、一房当たりの雄花数がおおよそ20程度)
- 3：雄花の着生範囲、着生量ともに中程度
(全体を見渡したときに着花範囲が4分の1以上4分の2以下、一房当たりの雄花数がおおよそ10～20程度)
- 2：雄花の着生範囲が狭く、着生量が少ない
(全体を見渡したときに着花範囲が4分の1以下、一房当たりの雄花数が概ね10以下)
- 1：雄花の着生範囲、着生量とも非常に少ないか、全くない
(全体を見渡したときに着花範囲がほとんどない、一房当たりの雄花数が2～3)

1-3 結果・考察

結果は、表-1-1のとおりであった。各総合指数(参考値)については、2008～2013年に実施した調査の集計値であり、調査方法、集計方法等の再整理が必要のため現時点の参考値として表記した。

国機関や他県の結果を踏まえ、次年度以降は、処理濃度を0ppm、10ppm、100ppmの3段階で実施することとなった。

また、今回の評価対象枝については、全ての枝を写真管理し、次年度以降の判定時の基準となるように整理した。

表-1-1.濃度別ジベレリン処理に対応した着花指数

	0ppm	10ppm	20ppm	30ppm	100ppm	総合指数(参考値)
B-16	1.00	3.50	4.00	4.00	4.50	1.1
B-54	1.00	2.50	4.00	3.50	3.50	1.3
B-59	1.00	2.50	3.00	4.00	4.00	1.9
B-74	1.00	3.50	4.50	4.00	4.00	1.5
平均	1.00	3.00	3.88	3.88	4.00	—

※各クローン2個体ずつ処理したため、各濃度の値は2個体の平均値を記載

※総合指数(参考値)は、自然状態で実施した過去の調査結果(2008～2013)を集計した指数。

集計方法等の再整理が必要であるため、今回のデータは参考値として記載した。

項目 2：樹齢と雄花着花特性との関係調査

2-1 調査の概要（参考別紙：1/4～2/4 参照）

平成 30 年 7 月 13 日に大和採穂園の 5 年生個体、2 クローン、4 個体、計 4 枝、佐賀県林業試験場内の展示林 3 年生個体、6 クローン、12 個体、計 24 枝、育苗温室内の M スターコンテナ苗、6 クローン、12 個体に 100ppm の濃度でジベレリン処理を行い、平成 30 年 12 月上旬に雄花着花量を評価した。

2-2 調査方法

5 段階の着花指数は項目 1 と同様の判定基準に基づき判断した。

2-3 結果・考察

結果は、表-2-1 のとおりであった。1 年生個体（M スターコンテナ苗）の指数は他の樹齢に比べ、低い値になる傾向が見られた。この傾向については、国機関や他県の共同研究者の結果と類似した傾向であり、次年度以降は、3 年次以降の個体について調査を実施することとなった。

表-2-1. 樹齢と雄花着花特性との関係調査の結果（ジベレリン処理濃度100ppm）

クローン名	1 年生個体 (M スターコンテナ)			3 年生個体			5 年生個体		
	個体数	着花指数	処理方法	個体数 (枝数)	着花指数	処理方法	個体数 (枝数)	着花指数	処理方法
B-16	2	2.50	全体に噴霧	2 (4)	4.25	枝浸漬処理	2 (2)	4.00	枝浸漬処理
B-61	2	1.50	全体に噴霧	2 (4)	4.00	枝浸漬処理	—	—	—
B-74	2	3.00	全体に噴霧	2 (4)	4.50	枝浸漬処理	2 (2)	4.00	枝浸漬処理
脊振F1 01-15	2	2.50	全体に噴霧	2 (4)	2.25	枝浸漬処理	—	—	—
大町F1 20-04	2	2.00	全体に噴霧	2 (4)	4.50	枝浸漬処理	—	—	—
県藤津14号	2	2.00	全体に噴霧	2 (4)	3.25	枝浸漬処理	—	—	—
平均	—	2.25	—	—	3.79	—	—	4.00	—

3 年生個体は、1 個体につき 2 枝処理したため、4 枝の平均値を着花指数として記載。

1 年生個体は全体に噴霧、5 年生個体は 1 個体につき 1 枝処理したため、2 個体の平均を着花指数として記載。

項目 3：雄花着花性と実際の雄花着花量の関係調査

3-1 調査の概要（参考別紙：3/4～4/4 参照）

九佐 11 号検定林（七山）のスギ 3 個体（D：神埼 1 号、E：唐津 6 号、F：藤津 27 号）を調査対象木として、立木状態で指標評価を行った後に、伐倒し、樹冠位置別及び各位置の幹から伸びる側枝単位別に雄花を採取した。採取した雄花については、森林総合研究所林木育種センターにおいて、専用の計測機器を用いて、雄花数を数えた。

3-2 調査方法

（1）立木状態での指標評価（表-3-1 を参照）

- ・「特定母樹指定基準」に記載されている方法に基づき調査した。
- ・樹冠を上・中・下に区分し各部位別に、着生枝の割合（着生割合評価）及び枝当たりの着生数（着生数評価）を評価した。
- ・樹冠の上・中・下の 3 つの部位別に評価した、着生割合評価指数と代表枝当たりの着生数評価指数を、各々評価方法別に合計し、着生割合評価合計と着生数評価合計を算出した。
- ・上記の 2 つの評価合計値から、総合指数の評価基準値を決定した。

（2）伐倒後の枝単位での指標評価及び計測

- ・伐倒時に雄花の脱落が起こりづらいとされる 12 月上旬に伐倒した。
- ・階層別の着花量を明らかにするため、頂端から高さ 1m ごとに緑枝を区分けし、緑枝ごとに着花指数の調査をおこなった。
- ・各枝の根元径を測定するとともに、樹冠長を測定した。

（3）雄花の採取・計測

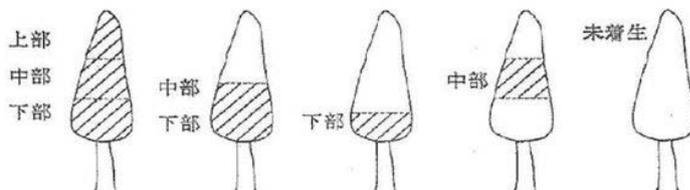
- ・（2）で測定した枝単位別に雄花を摘み取りビニール袋に保存。
- ・採取した雄花を数えた（林木育種センターで実施）

表-3-1. 雄花着花性に関する特性調査要領

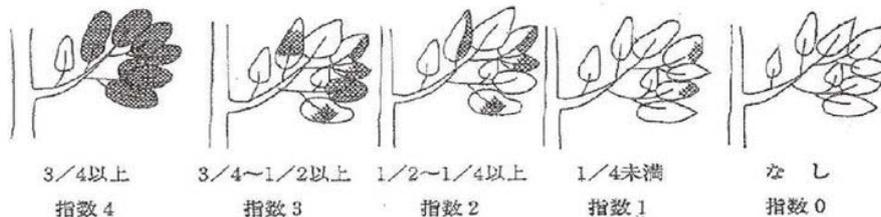
評価方法	樹冠部位別(上・中・下)にそれぞれ評価				①、②の樹冠部位別(上・中・下)の合計		
評価種類	①着生割合評価		②着生数評価		③総合指数		
評価部位	樹冠部位別(上・中・下)		樹冠部位別に代表的な1枝当たり		総合指数	樹冠部位別(上・中・下)の計	
	評価指数	評価基準	評価指数	評価基準		着生割合評価①合計	着生数評価②合計
	4	3/4以上	—	—	5	12~10	9~8
評価基準	3	1/2以上3/4未満	3	100穂以上	4	9~7	7~5
	2	1/4以上1/2未満	2	10穂以上100穂未満	3	6~4	4~3
	1	1/4未満	1	10穂未満	2	3~1	2~1
	0	なし	0	なし	1	0	0

※着生割合評価①の合計と着生数評価②の合計が、総合指数の区分で同じにならなかった場合は、小さいほうの値を用いる。

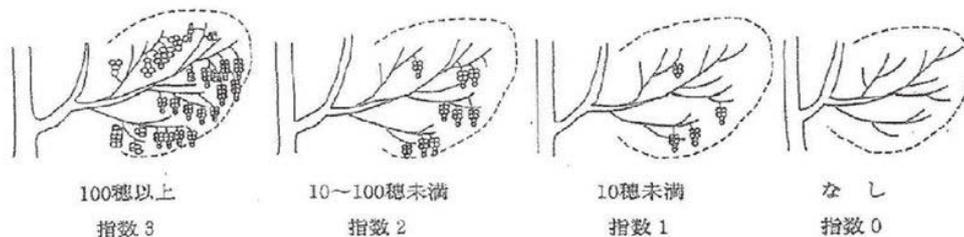
雄花の着生部位



雄花の着生している枝の割合：2次枝、3次枝について評価する



1枝当りの着生数：1枝当りの雄花の(穂)房の数について評価する



3-3 調査結果

調査結果については、立木状態については表-3-2、伐倒後の調査及び雄花数については調査個体 D、E、F 別に表-3-3~5 の結果であった。

調査個体 D(神埼 1 号)は、立木状態での総合指数は 4、実際の雄花数は 236,050 個であった。調査個体 E(唐津 6 号)は、立木状態での総合指数は 2、実際の雄花数は 3 個であった。調査個体 C(藤津 27 号)は、立木状態での総合指数は 4、実際の雄花数は 97,695 個であった。

表-3-2. 立木状態での毎木調査結果及び雄花着花指標評価と実際の雄花数

個体名	個体サイズ				総合指数	雄花着花指標評価								雄花数	
	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	材積 (m ³)	樹冠長 (m)		着生割合				着生数				総数	材積(m ³) 当たり
						合計	上	中	下	合計	上	中	下		
D(神埼1号)	17.5	28.7	0.46	10.8	<u>4</u>	9	4	3	2	8	3	3	2	<u>236,050</u>	513,152
E(唐津6号)	16.0	24.9	0.35	12.5	<u>2</u>	2	1	1	0	2	1	1	0	<u>3</u>	9
F(藤津27号)	16.5	30.3	0.52	11.8	<u>4</u>	7	4	2	1	6	3	2	1	<u>97,695</u>	187,875

3-4 考察

今回選択した個体は、国機関や他県でのサンプル状況を踏まえ、見た目の評価指数が 2~4 のものを 3 個体選んだ。

そのなかで、調査個体 D の神埼 1 号は、2018 年度に林木育種センターの研究成果により、雄性不稔遺伝子（雄花はつけるが雄花内部で花粉の成熟が不稔に終わり、花粉が飛散しない遺伝子）を劣勢のヘテロで保有していることが報告された、全国でも希少な精英樹である。今後、計画交配により無花粉スギの作出が期待されるクローンであるが、雄花の着生量が多いことが今回の調査で再確認された。

また、調査個体 E の唐津 6 号は、少花粉系統として県内で普及している系統であるが、実際の雄花数も 3 個と少なく、少花粉性の高さが今回の調査からも裏付けられた。さらに、立木状態での調査時に雄花と判別した箇所が、伐倒後の調査で、雄花として成熟していないことが分かったため（参考別紙：4/4 参照）、この現象が、この系統特有のものか継続して観察していきたい。

表-3-3. 個体D(神埼1号)の雄花着花量調査結果

梢端からの距離 (m)	枝数	枝の平均 着花指数	総根元径 (mm)	雄花数	
				総計	1枝当たり
0~1	1	4.00	37	<u>3,395</u>	3,395
1~2	6	3.83	77	<u>17,325</u>	2,888
2~3	7	3.57	137	<u>17,254</u>	2,465
3~4	5	3.40	123	<u>27,251</u>	5,450
4~5	5	3.40	153	<u>32,489</u>	6,498
5~6	5	3.40	154	<u>34,705</u>	6,941
6~7	4	3.25	145	<u>40,629</u>	10,157
7~8	3	3.67	122	<u>32,100</u>	10,700
8~9	2	3.00	94	<u>20,942</u>	10,471
9~10	4	3.00	156	<u>9,960</u>	2,490
10~11	1	1.00	30	<u>0</u>	
合計	43	-	1,228	<u>236,050</u>	-

表-3-4. 個体E(唐津6号)の雄花着花量調査結果

梢端からの距離 (m)	枝数	枝の平均 着花指数	総根元径 (mm)	雄花数	
				総計	1枝当たり
0~1	1	1.00	15	<u>0</u>	
1~2	4	1.00	50	<u>0</u>	
2~3	3	1.00	44	<u>0</u>	
3~4	4	1.00	71	<u>0</u>	
4~5	3	1.00	68	<u>0</u>	
5~6	3	1.00	65	<u>0</u>	
6~7	3	1.00	85	<u>0</u>	
7~8	3	1.00	78	<u>0</u>	
8~9	3	1.00	87	<u>0</u>	
9~10	2	1.00	59	<u>0</u>	
10~11	4	1.00	162	<u>3</u>	1.5
11~12	2	1.00	83	<u>0</u>	
12~13	2	1.00	39	<u>0</u>	
合計	37	-	906	<u>3</u>	-

表-3-5. 個体F(藤津27号)の雄花着花量調査結果

梢端からの距離 (m)	枝数	枝の平均 着花指数	総根元径 (mm)	雄花数	
				総計	1枝当たり
0~1	1	5.00	32	<u>10,451</u>	10,451
1~2	11	2.73	179	<u>21,826</u>	1,984
2~3	5	2.60	108	<u>11,433</u>	2,287
3~4	6	2.17	145	<u>8,189</u>	1,638
4~5	4	3.00	128	<u>13,963</u>	3,491
5~6	3	2.67	106	<u>5,888</u>	1,963
6~7	9	2.44	358	<u>24,735</u>	2,748
7~8					
8~9	1	1.00	53	<u>591</u>	591
9~10	4	1.25	177	<u>572</u>	572
10~11	3	1.00	147	<u>47</u>	47
11~12	1	1.00	35		
合計	48	-	1,467	<u>97,695</u>	-

課題1: ジベレリン処理濃度ごとの雄花着花量について

ポイント: 自然状態の着花特性を評価するための、
着花誘導に適した処理濃度はどのくらい?



課題2: 樹齢と雄花着花特性との関係について

ポイント: どのくらい樹齢で雄花着花特性を評価できる?

課題3: 雄花着花特性と実際の雄花着花量
との関係について

ポイント:
見た目の評価と実際の雄花の数の関係は?



佐賀県林業試験場

1

課題1、2: 調査方法

課題 1,2 : 調査方法

☑ 調査準備



☑ ジベレリン処理 2018.7.13



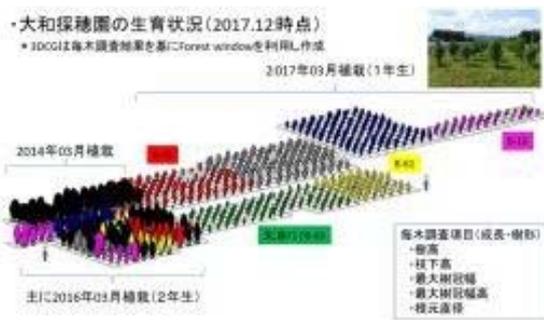
☑ 着花指数評価(現地評価+写真評価(全枝撮影)) 2018.12.6



2

材料:採穂園内の5年生個体
4クローン×2個体×5濃度処理=40枝

ジベレリン処理濃度		0ppm	10ppm	20ppm	30ppm	100ppm	枝総計
クローン	個体ID						
B-16		2	2	2	2	2	10
	B012	1	1	1	1	1	5
	B013	1	1	1	1	1	5
B-74		2	2	2	2	2	10
	C008	1	1	1	1	1	5
	C019	1	1	1	1	1	5
B-54		2	2	2	2	2	10
	C081	1	1	1	1	1	5
	C082	1	1	1	1	1	5
B-59		2	2	2	2	2	10
	C005	1	1	1	1	1	5
	C016	1	1	1	1	1	5
総計		8	8	8	8	8	40



材料:採穂園(5年生)、展示林(3年生)、
温室内(1年生:Mスター)
6クローン:40枝

クローン	個体ID	1年生*	3年生	5年生	総計
B-16		2	4	2	8
	Z301	1			1
	Z302	1			1
	301		2		2
	302		2		2
	B012			1	1
	B013			1	1
B-61		2	4		6
	Z201	1			1
	Z202	1			1
	201		2		2
	202		2		2
B-74		2	4	2	8
	Z101	1			1
	Z102	1			1
	101		2		2
	102		2		2
	C008			1	1
	C019			1	1
育振F101-15		2	4		6
	Z401	1			1
	Z402	1			1
	401		2		2
	402		2		2
大町F120-04		2	4		6
	Z501	1			1
	Z502	1			1
	501		2		2
	502		2		2
呉藤津14号		2	4		6
	Z701	1			1
	Z702	1			1
	701		2		2
	702		2		2
総計	総計	12	24	4	40

* Mスターで2年目の育苗中の苗を1年生として扱った(参考データ)

展示林:3年生



Mスター:1年生





①

1. 目視評価後に伐倒
2. 伐倒直後に枝識別名札を枝に取り付け
3. 枝打ち
4. 枝別に目視評価
5. 雄花のもぎとり(現地)
6. 雄花の精選(室内)



【調査準備】



④



⑤



⑤



⑥



⑥



林木育種センターで雄花の実数カウント

5

D個体 ■： 神埼1号 (雄性不稔遺伝子をヘテロ接合で保有)

☑目視の着生指数(伐倒前) → ☑枝単位の着生指数 → ☑ 実際の雄花数

雄花着生(枝割合, 雄花数)

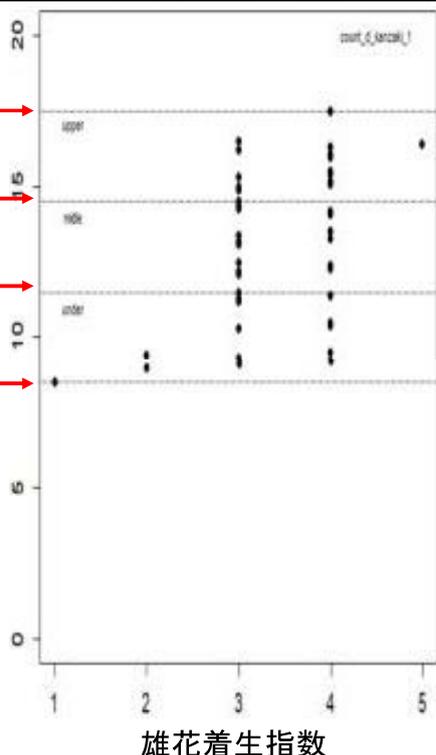


目視(4, 3)

目視(3, 3)

目視(2, 2)

【総合指数: 4】



雄花実数: 236,050 個

■結果■
枝単位の着生指数は3~4が多かった。
雄花の着生数は多かった。

6

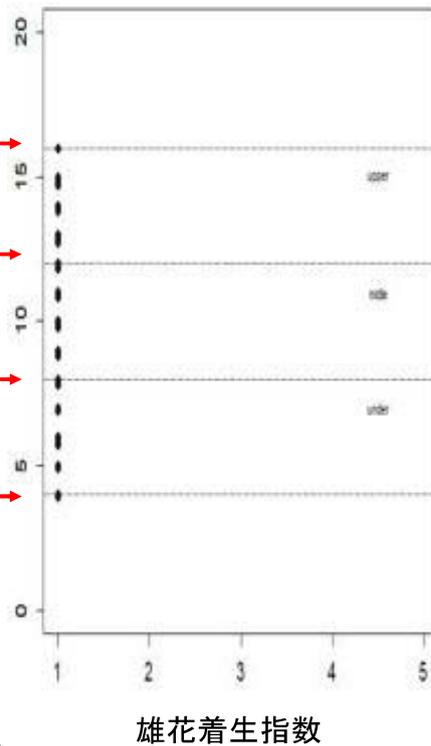
☑目視の着生指数(伐倒前) → ☑枝単位の着生指数 → ☑実際の雄花数

雄花着生(枝割合, 雄花数)

【総合指数:2】



伐倒前に雄花と判断した箇所



■結果■

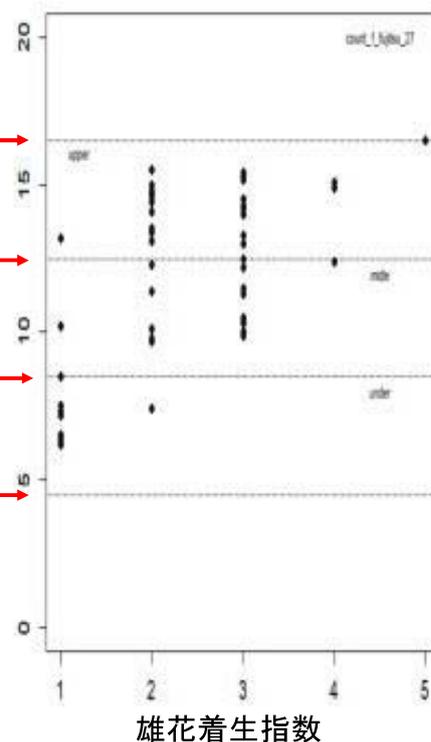
伐倒前に雄花と識別した箇所は、熟していない雄花だった。

雄花実数: 3 個

7

☑目視の着生指数(伐倒前) → ☑枝単位の着生指数 → ☑実際の雄花数

雄花着生(枝割合, 雄花数)



雄花実数: 97, 695 個

■結果■

枝単位の着生指数は2~3が多かった。D個体と比較し、目視判別による総合指数は同一だが、雄花数は少ないようだった。

8