

カラマツ次代検定林の設定に向けた人工交配家系作出の取組

北海道育種場 育種課 福田陽子

1 はじめに

北海道育種基本区では精英樹選抜事業により、278 クローンのカラマツ第一世代精英樹が選抜されている。しかし北海道育種場が設定したカラマツ検定林は、同じ交配家系を植栽したカラマツ属交雑遺伝試験地（北海道育種場内、1989～1990 年設定、2019 年の台風による風倒被害のため廃止）と北帯 12 号（鶴居村、1990 年設定、生存率が低く令和元年に廃止）の 2 ヶ所のみである。これらの試験地に植栽されているのは 4 クローンによるフルダイアレル交配家系であり、北海道育種基本区で選抜された精英樹はこのうち 1 クローンのみであるため、北海道育種基本区で選抜された第一世代精英樹の多くが検定林に供試されていない状況にある。このため開発されたエリートツリー（第二世代精英樹）は 2 クローンに留まり、北海道育種場では依然としてカラマツ第一世代精英樹の遺伝的特性の評価と第二世代精英樹の選抜が課題となっている。

一方で検定林は設定されていないものの、北海道育種場内に設定されている第三、第四、第五カラマツ育種素材保存園では 5 年ごとの定期調査（樹高、胸高直径）や材質調査が行われており、そのデータに基づいてカラマツ属精英樹特性表が作成されている（田村ら 2006）。近年では中田らによる着果調査（中田・福田 2019）や着花促進研究班による材質調査がほぼ全てのクローンを対象に実施され、形質データの拡充が図られてきた。育種素材保存園は 1 クローン 1 列の列状植栽であり、反復がないため環境の影響を排除できないが、第三及び第四カラマツ育種素材保存園を合わせて第一世代精英樹 214 クローン、第五カラマツ育種素材保存園にはカラマツ材質育種事業において北海道育種基本区で選抜された全ての材質優良木（31 クローン）が植栽されており、幅広い育種母材についての形質データが蓄積されている。これらのデータを活用し、検定林に供試するクローンを絞り込むことによって、優

れた第二世代精英樹を効率的に作出できる可能性がある。北海道育種場では 2017 年より育種素材保存園で収集したデータを活用して成長、材質、着果性に優れた有望なクローンを選定し、検定林の設定に向けて人工交配による次世代の育成を進めてきた。本稿ではその概要とともに、今後の人工交配計画に資するため、得られた種子の特性及び得苗率について報告する。

2 材料と方法

2.1 交配するクローンを選定

北海道育種場内のグイマツ雑種 F_1 交配園（2007～2008 年設定）には、カラマツ属精英樹特性表（田村ら、2006）に基づいて選定されたカラマツ及びグイマツ第一世代精英樹、カラマツ材質優良木が植栽されている。交配母樹には当交配園に植栽されている 27 クローンのうち 2018 年、2020 年に十分な雌花の着生が認められた 15 クローンと第六カラマツ育種素材保存園に植栽の 1 クローンを使用した。花粉親は花粉を採取できたクローンのうち、第三及び第四カラマツ育種素材保存園における 55 年次の定期調査（樹高、胸高直径）、中田らによる着果調査、2017 年に着花促進研究班で実施した材質調査（ピロディン陥入量、応力波伝播速度）の結果と目視による通直性の評価に基づき、評価の高かったクローンを選定した（定期調査・材質調査データは未公表）。

2.2 人工交配

2018 年と 2020 年の交配組み合わせを表 1、表 2 に示した。人工交配に使用した花粉は、2017～2019 年に生方（2002）の方法により北海道育種場内のグイマツ雑種 F_1 交配園、第三及び第四カラマツ育種素材保存園の植栽木より採取した。採取した花粉は 4℃の冷蔵庫でシリカゲルにより乾燥させた後、-20℃または-80℃で冷凍保存した。2018 年は 4 月 18 日と 20 日に母樹 10

表 1 2018 年に実施した人工交配で得られた種子の特性

家系番号	母樹	花粉親	球果数 (個)	種子重量 (g)	百粒重 (g)
1	旭川7号	上川12号(支)	15	3.93	0.410
2	旭川7号	網走34号(支)	11	1.68	0.377
3	旭川7号	上川10号(支)	17	2.77	0.303
4	材質北海道318号	十勝14号(支)	22	2.35	0.375
5	材質北海道318号	上川24号(支)	14	2.50	0.457
6	上川10号(支)	上川19号(支)	15	3.76	0.438
7	上川10号(支)	上川21号(支)	7	1.91	0.495
8	十勝61号(支)	日高12号(支)	31	4.97	0.430
9	十勝61号(支)	上川21号(支)	6	0.94	0.370
10	材質北海道159号	網走10号(支)	37	5.17	0.310
11	材質北海道159号	日高6号(支)	36	3.98	0.328
12	材質北海道159号	後志30号(支)	17	2.12	0.298
13	空知3号(支)	諏訪16号(支)	11	1.49	0.340
14	空知3号(支)	十勝14号(支)	40	5.04	0.343
15	空知3号(支)	十勝18号(支)	31	5.26	0.344
16	空知3号(支)	十勝79号(支)	30	4.61	0.336
17	空知3号(支)	檜山2号	12	1.31	0.290
18	空知3号(支)	上川24号(支)	16	2.92	0.343
19	十勝53号(支)	十勝79号(支)	38	8.96	0.426
20	十勝53号(支)	日高6号(支)	14	3.06	0.420
21	十勝53号(支)	網走29号(支)	16	2.79	0.353
22	十勝53号(支)	材質北海道159号	19	3.53	0.360
23	十勝75号(支)	網走10号(支)	6	1.22	0.330
24	十勝75号(支)	十勝79号(支)	17	2.96	0.320
25	十勝75号(支)	網走29号(支)	33	6.66	0.373
26	十勝75号(支)	後志30号(支)	15	2.56	0.320
27	十勝79号(支)	網走10号(支)	24	7.77	0.498
28	十勝79号(支)	日高6号(支)	29	7.13 (5.0)	0.460
29	十勝79号(支)	網走29号(支)	93	19.28 (10.0)	0.355
30	十勝79号(支)	材質北海道159号	71	12.99 (5.0)	0.348
31	十勝79号(支)	後志30号(支)	30	9.46 (5.0)	0.457
32	網走29号(支)	網走10号(支)	13	3.19	0.390
33	網走29号(支)	材質北海道159号	13	2.38	0.359
34	網走29号(支)	後志30号(支)	24	2.68	0.277

クローン、花粉親 17 クローンによる 34 組合せの人工交配を行った。2020 年は 4 月 16 日と 20 日に母樹 9 クローン、花粉親 14 クローンによる 36 組合せの人工交配を行った（母樹、花粉親とも 2018 年と一部重複）。2018 年は 2017 年に採取した花粉、2020 年には 2017 年と 2018 年に採取した花粉を用いた。交配は横山ら（1973）を参考にし、窓つき交配袋の内部または交配袋をかけていない雌花が開花ステージ 3 の状態（苞りんがほぼ水平）であることを確認して行った。2019 年は凶作年であったため、人工交配を実施しなかった。

2.3 採種及び種子の特性評価

2018 年、2020 年ともに 9 月上旬に球果を採取し、球果を乾燥させて鱗片を開かせ、種子を収集した。鱗片が開きにくい球果はピンセットで鱗片を開き種子を取り出した。目視による精選を行なった後、各家系の球果数、種子重量、百粒重を調査した。百粒重は 3 回測定の平均値を求めた。特性調査後、種子はシリカゲルとともに冷蔵庫で乾燥させた後、-20℃で保存した。

表 2 2020 年に実施した人工交配で得られた種子の特性

家系番号	母樹	花粉親	球果数 (個)	種子重量 (g)	百粒重 (g)
35	網走29号(支)	幾寅12号	49	4.59	0.345
36	網走29号(支)	恵庭15	43	1.87	0.204
37	網走29号(支)	諏訪16号	36	2.65	0.281
38	網走29号(支)	木古内12号	41	1.48	0.200
39	網走29号(支)	檜山2号	34	4.19	0.339
40	上川24号(支)	十勝18号(支)	31	2.11	0.385
41	上川24号(支)	十勝14号(支)	29	3.75	0.396
42	上川24号(支)	檜山2号	30	4.46	0.438
43	上川12号(支)	上川10号(支)	42	5.07	0.375
44	上川12号(支)	日高13号	26	2.57	0.408
45	上川12号(支)	稚内14	24	2.80	0.340
46	材質北見営4号	十勝86号(支)	36	3.20	0.352
47	材質北見営4号	根室2号(支)	34	2.24	0.330
48	後志30号(支)	旭川15号	28	0.53	0.159
49	後志30号(支)	上川10号(支)	58	3.71	0.267
50	後志30号(支)	上川19号(支)	29	0.93	0.270
51	後志30号(支)	佐呂間2号	14	0.76	0.168
52	後志30号(支)	日高12号(支)	12	0.74	0.215
53	後志30号(支)	日高13号(支)	30	1.48	0.283
54	後志30号(支)	稚内14	34	0.90	0.160
55	後志30号(支)	幾寅7	23	1.78	0.222
56	空知15(支)号	旭川15号	30	5.54	0.450
57	空知15(支)号	佐呂間2号	25	5.77	0.388
58	空知15(支)号	日高12号(支)	11	1.71	0.383
59	空知3号(支)	幾寅12号	24	1.22	0.264
60	空知3号(支)	木古内12号	38	3.48	0.383
61	十勝(支)13	幾寅12号	28	1.23	0.393
62	十勝(支)13	恵庭15	29	0.91	0.304
63	十勝(支)61	恵庭4号	7	1.39	0.543
64	十勝(支)61	十勝36号(支)	15	2.17	0.414
65	十勝(支)61	十勝86号(支)	16	1.22	0.396
66	十勝(支)61	根室2号(支)	26	2.95	0.495
67	材質北見営45号	上川20号(支)	36	1.64	0.207
68	材質北見営45号	十勝86号(支)	55	2.79	0.188
69	材質北見営45号	恵庭4号	38	1.50	0.207
70	材質北見営45号	根室2号(支)	38	1.42	0.198

表 1、表 2 とも播種した家系を太字で示した。家系番号 28, 29, 30, 31 は播種した重量を括弧書きで示した。

2.4 苗木育成

種子重量及び交配の組み合わせを勘案して 70 家系から 32 家系を選定し、2022 年 5 月に北海道育種場の苗畑に播種した（表 1、2）。種子は水道水で重量比約 500 倍に希釈したチウラム水溶液（チウラム 80、ホクサン株式会社）に 24 時間浸漬し殺菌した後布袋に入れ、2022 年 1 月から 5 月の播種直前まで雪中埋蔵による低温湿層処理を行った。低温湿層処理後、種子をチウラム（粉剤）と川砂と混合して苗畑に播種し、保温のために土壌表面に不織布を、遮光のために寒冷紗をかけて発芽させた。不織布は 5 月下旬に撤去し、寒冷紗は 9 月中旬に気象条件を考慮しつつ撤去した。2022 年 10 月に家系ごとに生存する苗木数（秋季得苗数）を調査した。

3 結果と考察

2018 年と 2020 年に得られた種子の家系ごとの球果数、種子重量、百粒重を表 1 及び表 2 に示した。本試験で得られた種子の百粒重は 0.159～0.498g であり、千粒重が 3.0～8.0g であったとする金子（1974）と比較してやや低い、倉橋（1988）及び渡辺ら（1973）による千粒重、2.48g～4.92g と同程度であった。金子は種子の特性調査の前に「事業的な精選」を行っており、その詳細が記されていないが、風選などの比重選が行われていればシナが除かれている可能性が高く、このために千粒重が高い結果となったのかも知れない。金子は同一個体内に着生した球果のサイズと種子のサイズに高い相関があること、家系間でも大きい球果は大きい種子を有する傾向があると述べており（金子 1974）、球果サイズ（母樹特性）が家系間の百粒重の変異の一因だと考えられる。また家系内では種子が大きいほど発芽率が高かったことから、種子サイズと充実率の間に相関関係がある可能性も示している（金子 1974）。

播種した種子重量を百粒重で除して 100 を乗じた「推定播種数」で秋季得苗数を除して求めた秋季得苗率を図 1 に示した。本試験での秋季得苗率は 0.088～0.652 と家系間で大きく異なっていた。家系間の変異が大きい一方で多くの家系の得苗率は 0.2～0.4 程度であり、過去の報告（金子 1974、倉橋 1988、渡辺ら 1973）と同様の結果であった。カラマツの充実率は採取年の着花の豊凶によって変動するものの、一般的に

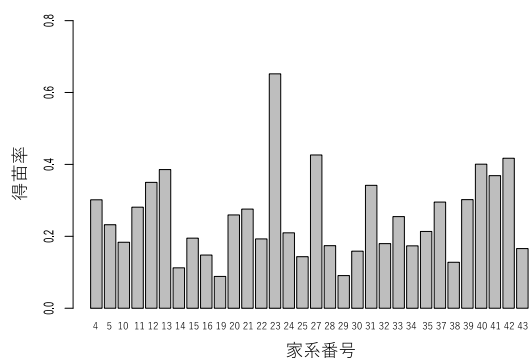


図 1 2022 年に播種した 32 家系の秋季得苗率

20～40%であり、充実率の向上が課題とされてきた（梶 1974）。今回収集した種子については充実率の調査を進めており、今後ここで報告した種子特性と合わせて解析し、種子特性及び得苗率の家系間変異について詳細に検討するとともに、交配プロセスにおいて改良すべき点を明らかにしたいと考えている。

4 謝辞

本研究を進めるにあたり、北海道育種場職員の皆様には花粉採取から育苗までの全工程においてご協力いただいた。着花促進研究班（平成 29～30 年度）の皆様には材質調査にご協力いただいた。深く感謝申し上げます。

5 引用文献

- 梶勝次（1974）カラマツの胚珠の発育と種子不稔性．北海道林業試験場報告，12，1-12
- 金子富吉（1974）カラマツの球果とタネの大きさが稚苗におよぼす影響．林木の育種，11，4-6
- 倉橋昭夫（1988）カラマツ属の交雑育種に関する研究．東大農学部演習林報告，79，1-94
- 中田了五・福田陽子（2019）カラマツ遺伝資源の着果性調査．
https://www.ffpri.affrc.go.jp/hokuiku/kenkyushokai/seka/documents/larch_cone_bearing.pdf
- 田村明・飯塚和也・那須仁弥・井城泰一・阿部正信・坂本庄生・西岡直樹・佐藤亜樹彦・笹島芳信・黒沼幸樹・辻山善洋（2006）北海道育種基本区におけるカラマツ属精英樹と材質優良木の諸形質．林育研報，22，155-168
- 生方正俊（2002）樹木花粉の取り扱い(I)-収集から精選．林育セ研報，23，45-154
- 渡辺操・野口常介・茶屋場盛・川村忠士（1973）カラマツ落葉病抵抗性個体間ならびに抵抗性個体と精英樹の交配結果．林試研報，307，39-46
- 横山敏孝・金子富吉・伊藤昌司・山崎忍・浅川澄彦（1973）カラマツの受粉適期と受粉回数．林試研報，253，39-53