

北海道育種基本区における第2世代精英樹候補木と準次代検定林からの優良木の選抜

—平成24年度の実施結果—

北海道育種場 育種課 田村 明・山田浩雄・福田陽子・矢野慶介・植田守・
阿部正信^{※2}・竹田宣明・大城浩司・佐々木洋一^{※2}・
佐藤亜樹彦・織田春樹・小園勝利^{※1}

森林総合研究所 北海道支所 渡邊 謙
北海道総合研究機構 林業試験場 来田和人・今 博計

1 はじめに

北海道育種基本区では、森林・林業・木材産業分野の研究・技術開発戦略(林整研第377号 平成24年9月14日)を踏まえて策定した林木育種推進計画の中で、成長や材質が一段と優れたカラマツ、グイマツ及びトドマツ等の第2世代精英樹を選抜することとしている。これら第2世代精英樹の中の特に優れたクローンは、森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法の一部を改正する法律(平成25年5月31日公布・施行)で新設された特定母樹として、今後、優先的に生産・普及されると考えられる。

第2世代精英樹は、精英樹同士を交配して造成した後代の検定林(遺伝試験林、地域差検定林、一般次代検定林の一部)から選抜されるが、北海道では、検定林に供試されている交配親が少ないことから、第2世代精英樹集団の遺伝的多様性が著しく減少することが懸念されている。北海道には、精英樹の原木から直接採種して造成した準次代検定林が設定されており、多くの精英樹が交配親として関与している。また、準次代検定林は樹齢が高く伐期に近いため、成長や材質等の選抜精度が高いことから、実際に第2世代精英樹と同等程度の育種価をもつ優良木を選抜できるようであれば、第2世代以降の育種集団の遺伝的多様性を補足する役割を果たすと考えられる。

平成24年度は、西南部育種区にあるトドマツ第1世代精英樹のオープン実生の検定林2箇所から96の第2世代精英樹候補木を選抜した。また、第2世代精英樹集団の遺伝的多様性を確保する観点から、準次代検定林1箇所から32本の優良木を選抜した。本報では選抜されたこれらの候補木と優良木の特性等の概要について報告する。

2 材料と方法

(1) 北函7号地域差検定林

この検定林は1988年に設定された実生検定林である。検定木は北海道内トドマツ採種園14か所において、1971年から1981年にかけて採種され、養苗されたものである。この検定林では、2008年(20年次)に3,770個体について樹高、胸高直径を測定した。また、材質調査は2012年(24年次)10月に実施した。具体的には20年次の樹高と胸高直径が林分平均値以上で、かつプロット内3本を上限とし、病虫害の痕跡や樹幹の通直性、樹幹の真円性、二又等の欠点が少ない406本を選木し、これらの個体について材質調査を行った。材質調査はピロディン陥入量と横打撃共振周波数を測定した(表-1)。ピロディン陥入量は、胸高部位(地上高1.3m付近)の4方向について測定した。樹体への損傷を少なくするため、直径2.5mmのピンを樹皮の上から打ち込んで測定した。横打撃共振周波数は、病虫害の痕跡や輪生枝を避けた胸高部位(地上高1.3m)付近で、加速度計(リオン株式会社, PV-57A)を接続したFFTアナライザー(リオン株式会社製, SA-78)を使って測定した。加速度計を樹幹に押し当て、加速度計と同一平面上で90~120度をなす角度の部分ハンマーで打撃し、励起した固有周波数(f)をFFTアナライザーで、25Hz単位で読み取った。また、この打撃した部位の樹幹の直径(d)を、直径巻尺を用いて0.1cm単位で測定した。

トドマツでは、ピロディン陥入量と容積密度の遺伝相関が高く(-0.83)、ピロディン陥入量と丸太の生材ヤング係数との遺伝相関も-0.75と高いことから^{2,3)}、ピロディン陥入量の育種価が小さい個体を選抜することで、遺伝的に材の強度が優れた第2世代精英樹候補木を選抜できると考えられる。また、 $1/(d \cdot f)$ の値が高いと心材中に含まれる含水率が高くなることが分かっている($r_g=0.49$)⁴⁾。 $1/(d \cdot f)$ の育種価が小さい個体を選抜することで、遺伝的に心材含水率が少ない第2世代精英樹候補木を選抜できると考えられる。

根元曲りと幹曲りの評価は、表-4の基準で行った。根元

※1 現在 林木育種センター海外協力部

※2 現在 北海道森林管理局

曲りは、材長 3.65m の一番玉を採材するために必要な追上げを行う地上高で5段階評価した。幹曲りは、追上げを行う地上高から上方 3.65m の幹の最も曲りの大きい面を垂直方向から観察し、矢高と末口径の比から評価した。

各個体の各形質の育種価は、BLUP法の Animalモデル¹⁾で推定した。なお、各種分散共分散成分はREML法で推定した。この解析には解析ソフト ASReml 3.0 (VNI international 社)を用いた。

第2世代精英樹候補木は、総合育種価を使って選抜した。総合育種価は、各形質についての育種価を検定林平均値で除し、この値を全形質で総和して算出した。この総合育種価が高い個体を上位から選抜し、これを第2世代精英樹候補木とした。ただし、選抜された個体が特定の家系に偏る場合が見られたため、1家系あたりの選抜個体数の上限を3個体までとした。

(2) 北北 15 号地域差検定林

この検定林は 1988 年に設定された実生検定林で、種子源も北函7号と同じである。2008年(20年次)に4,506個体について樹高、胸高直径を測定した。2012年(24年次)10月に前述の基準に従って465個体を選木し、ピロディン陥入量、横打撃共振周波数、根元曲りおよび幹曲りを測定した(表-1)。各個体の各形質の育種価は、2(1)と同じ方法で推定した。また第2世代候補木の選抜も2(1)と同じ基準で行った。

(3) 光珠内実験林 A-33

北海道立総合研究機構 林業試験場(美唄市)にある光珠内実験林の A-33 は、精英樹の原木から直接採種して、1980年に造成されたオープン実生の検定林(準次代検定林)である。957個体について2009年(30年次)に樹高と胸高直径を測定した。2012年(33年次)10月に、これらの個体のピロディン陥入量および横打撃共振周波数を測定した(表-1)。各個体の各形質の育種価は2(1)と同じ方法で算出した。また優良木の選抜も2(1)と同様の方法で行った。なお、この光珠内実験林A-33の交配親のうち4クローンは、23年度に第2世代精英樹候補木を選抜した遺伝試験林の「トドマツ光珠内実験林」⁵⁾の交配親としても利用されていることから、選抜した優良木の選抜効果を推定し、遺伝試験林から選抜した第2世代精英樹候補木と比較することができる。

(4) 候補木の採穂と穂の調整

北函7号地域差検定林からの採穂は、2013年2月上旬に行った。この検定林からは、1個体あたりつぎ穂12本を採取できるように荒穂を採取した。また、採穂の際は、病虫害や雄花の着生が少なく、二次伸長がなくて大きな冬芽が形成されている穂を選ぶようにした。

北北15号地域差検定林の採穂は2013年2月下旬に行った。この検定林からは、1個体あたりつぎ穂12本を採取できるように荒穂を採取した。光珠内実験林 A-33 の採穂は2013年2月中旬に行った。この検定林からは、1個体あたりつぎ穂16本を採取できるように荒穂を採取した。

3試験地で採取した荒穂は、所定の長さに調整したあと、穂の乾燥を防ぐため、切り口につぎロウを塗布した。さらに切り口の周囲を湿ったミズゴケで包み、厚手のビニール袋で穂全体を包み込み、マイナス5度の冷凍庫に保管した。

3 結果と考察

(1) 北函 7 号地域差検定林

表-1に北函7号地域差検定林における第2世代精英樹候補木の選抜本数、選抜率を示した。また、表-2に各形質の狭義の遺伝率、表-3に第2世代候補木全個体の遺伝獲得量を示した。この検定林から選抜された第2世代候補木は特に樹高、ピロディン陥入量の育種価が優れていた。従って、樹高と材質(容積密度およびヤング係数)の両者が遺伝的に優れた個体が多く選抜されたと考えられる。この検定林からは33家系39個体の第2世代精英樹候補木を選抜した(表-5)。

(2) 北北 15 号地域差検定林

表-1に北北15号地域差検定林における第2世代精英樹候補木の選抜本数、選抜率を示した。また、表-2に各形質の狭義の遺伝率、表-3に遺伝獲得量を示した。

この検定林からは特に樹高と胸高直径の育種価が優れた第2世代精英樹候補木が選抜された。第2世代精英樹候補木の幹材積の遺伝獲得量は38%と高く、遺伝的に幹の二酸化炭素貯蔵能が優れた個体が多く選抜されたと考えられる。

この検定林は、比較的積雪量が多く、冬季の気温も低い。今後、積雪量が多く、気温の低い中部育種区から選抜される第2世代精英樹候補木数が少ない場合には、この検定林から選抜された候補木を中部育種区の第2世代育種集団にも組み入れることを視野に入れている。従っ

て、この検定林からは当初 25 個体の第 2 世代精英樹候補木を選抜する計画であったが、計画を見直して 27 家系 57 個体の第 2 世代精英樹候補木を選抜した(表-6)。

(3) 光珠内実験林 A-33 (準次代検定林)

表-1 に光珠内実験林 A-33 における優良木の選抜本数、選抜率を示した。また、表-2 に各形質の狭義の遺伝率、表-3 に優良木の遺伝獲得量を示した。この検定林からは各形質の育種価が平均的に優れた 21 家系 32 個体の優良木が選抜された(表-7)。

この検定林は準次代検定林であるため、花粉親が精英樹ではない。そのため、ここから選抜された優良木とこれまで選抜された第 2 世代精英樹候補木との選抜効果を比較しておく必要がある。平成 23 年度に第 2 世代精英樹候補木を選抜した「トドマツ光珠内実験林」と本検定林では共通して 4 クロウンが交配親として関与していることから、この 2 検定林をまとめて解析し育種価を求めた。その結果、4 形質全てにおいて、本検定林から選抜された優良木全個体の育種価の平均値は、遺伝試験林の全個体の育種価の平均値を上回っていた。このことは、今回選抜した優良木は、精英樹同士を交配した集団の平均以上に遺伝的に優れていることを示唆している。

今回の選抜で西南部育種区からのトドマツ第 2 世代精英樹候補木の選抜は終了するが、現在までに 122 個体の

第 2 世代精英樹候補木が選抜され、交配に関与した精英樹は 59 クロウンであった。本検定林から選抜した優良木を加えると実質的に交配親数が 21 クロウン増えることになる。第 2 世代以降の育種集団の遺伝的多様性を勘案すれば、準次代検定林からの優良木の選抜の意義は大きいであろう。

4 おわりに

3 検定林から選抜した第 2 世代精英樹候補木と優良木の一部は、ニセコの道有林に新設される採種園に導入される予定である。優良木の花粉親は精英樹ではないことから、採種園での取り扱いについては注意が必要である。

調査を行うにあたり、地域差検定林を管轄する空知森林管理署と渡島森林管理署、北海道森林管理局指導普及課の皆様には、調査のご理解およびご協力いただいた。皆様には、深く感謝申し上げます。

表-1. 第2世代精英樹候補木と優良木の選抜状況

検定林名	樹種	設定年	所在地	選抜個体の種類 ^{a)}	成長調査本数	材質調査本数	選抜家数	選抜本数(本)	選抜率(%)
北函7号	トドマツ	1988	渡島森林管理署 344ろ	第2世代精英樹候補木	4506	465	33	39	0.9
北北15号	トドマツ	1988	空知森林管理署 3227は1,に1林小班	第2世代精英樹候補木	3770	406	27	57	1.5
光珠内実験林 A-33	トドマツ	1980	美唄市字光珠内	優良木	957	957	21	32	3.3

a) 選抜個体の種類で「第2世代精英樹候補木」は、採種園産種苗で両親が第1世代精英樹であるため、「第2世代精英樹候補木」として分類した。「優良木」は、選抜地の第1世代精英樹の原木から生産された種苗であるため、父親は遺伝的に未改良のものである。「第2世代精英樹候補木」と区別するため、「優良木」として分類した。

表-2. 各検定林における各形質の遺伝率

検定林名	樹高	胸高直径	根元曲り	幹曲り	ピロディン 陥入量	$d \cdot f^{-1}$
北函7号	0.279	0.087	0.000	0.000	0.419	0.411
	0.088	0.038	0.000	0.000	0.165	0.183
北北15号	0.372	0.107	0.285	0.244	0.210	0.322
	0.101	0.069	0.191	0.164	0.223	0.190
光珠内実験林 A-33	0.760	0.466	-	-	0.546	0.208
	-	0.155	-	-	0.142	0.102

a) 上段の数値は、狭義の遺伝率

b) 下段の数値は、狭義の遺伝率の誤差

c) 「-」は推定値がない。

表-3. 第2世代精英樹候補木と優良木の選抜状況

検定林名	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m^3)	根元曲り ^{d)}	幹曲り ^{e)}	ピロディン ^{f)} 陥入量(mm)	$d \cdot f^{-1}$ ^{g)} ($Hz^{-1} \cdot cm^{-1} \cdot 10^6$)
北函7号	8.4	13.1	0.066	4.1	3.9	19.7	40.7
	7.6	12.2	0.053	4.1	3.9	21.9	41.5
	11	7	25	0	0	10	2
北北15号	9.5 ^{a)}	10.2	0.051	4.2	4.1	23.3	42.4
	8.0 ^{b)}	9.4	0.037	4.0	4.0	23.3	42.7
	20^{c)}	8	38	4	4	0	1
光珠内実験林 A-33	19.3	29.2	0.680	- ^{h)}	-	24.4	40.9
	17.9	27.5	0.565	-	-	24.9	41.5
	8	6	20	-	-	2	2

a) 上段の数値は、第2世代精英樹候補木(または優良木)全個体の育種価の平均値+林分平均値

b) 中段の数値は、林分平均値

c) 下段の数値は遺伝獲得量(%)

d) 根元曲りは値が大きい程、樹幹の曲りが小さくなる(製材歩止留りが良い)。

e) 幹曲りは値が大きい程、樹幹の曲りが小さくなる(製材歩止留りが良い)。

f) ピロディン陥入量の値が低い程、材密度およびヤング係数が高くなる。

g) $d \cdot f^{-1}$ の値が小さいほど、心材中に占める水喰い材率が小さく、心材含水率が低くなる。

h) 「-」は測定していない。

表-4. 根元曲りと幹曲りの評価

指数	根元曲り	幹曲り
1	地上高1.2m以上	矢高が末口径を超える
2	地上高1.2m未満(胸高程度)	矢高が末口径の100%未満
3	地上高0.9m未満(腰高程度)	矢高が末口径の50%未満
4	地上高0.6m未満(膝高程度)	わずかに曲がってるが採材に支障なし(矢高が末口径の10%未満)
5	全く曲りがない	全く曲りがない

表-5.北函7号における第2世代トドマツ精英樹候補木の特性一覧

系統名	反復	育種価と実測値 ^{a)}						
		樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m ³)	根元曲り	幹曲り	ピロデイン 陥入量(mm)	d・f ⁻¹ (Hz ⁻¹ ・cm ⁻¹ ・10 ⁶)
トドマツ北海道2-27	1	8.0 9.3	13.1 24.2	0.064 0.212	4 5	4 5	19.4 18.9	41.2 40.5
トドマツ北海道2-28	5	8.1 9.9	12.3 16.0	0.059 0.114	4 5	4 5	18.4 16.9	39.9 38.1
トドマツ北海道2-29	5	8.4 10.5	13.9 23.6	0.075 0.233	4 3	4 4	20.7 19.6	41.8 40.7
トドマツ北海道2-30	1	8.2 8.5	13.1 18.9	0.065 0.127	4 4	4 4	19.4 18.9	40.3 38.9
トドマツ北海道2-31	2	8.2 10.0	13.1 21.2	0.065 0.184	4 5	4 5	19.3 18.1	42.5 41.4
トドマツ北海道2-32	2	8.3 9.7	13.1 19.0	0.067 0.148	4 5	4 4	19.9 19.1	40.3 37.1
トドマツ北海道2-33	5	8.7 11.0	13.5 23.2	0.074 0.239	4 5	4 5	19.5 18.3	40.3 37.8
トドマツ北海道2-34	2	8.7 9.8	13.2 24.5	0.071 0.230	4 5	4 4	21.5 20.8	40.9 39.2
トドマツ北海道2-35	2	8.4 9.8	13.3 20.8	0.069 0.175	4 4	4 5	21.0 20.1	40.5 38.8
トドマツ北海道2-36	2	9.0 11.9	13.0 21.5	0.073 0.230	4 5	4 5	19.4 18.6	41.8 42.3
トドマツ北海道2-37	2	7.9 9.2	12.9 17.4	0.062 0.120	4 4	4 3	19.5 18.5	39.8 36.8
トドマツ北海道2-38	1	8.1 8.8	12.5 18.0	0.059 0.121	4 3	4 4	18.7 18.1	39.8 38.6
トドマツ北海道2-39	1	7.9 9.7	12.8 23.7	0.061 0.215	4 5	4 5	19.8 19.5	39.3 37.0
トドマツ北海道2-40	1	8.2 9.9	13.4 26.2	0.068 0.260	4 2	4 4	21.5 21.4	39.2 36.0
トドマツ北海道2-41	5	8.8 10.8	13.0 20.3	0.070 0.187	4 5	4 4	19.9 18.6	42.3 42.5
トドマツ北海道2-42	2	8.1 8.9	13.9 26.0	0.071 0.228	4 5	4 4	19.8 19.0	40.7 39.2
トドマツ北海道2-43	1	8.7 10.4	13.3 20.1	0.072 0.176	4 4	4 2	20.5 20.1	41.9 40.1
トドマツ北海道2-44	2	8.7 10.5	13.1 20.8	0.070 0.189	4 5	4 3	20.1 19.3	41.2 39.4
トドマツ北海道2-45	1	8.8 10.7	13.2 21.5	0.072 0.204	4 4	4 4	20.1 19.9	40.9 39.4
トドマツ北海道2-46	1	8.6 11.2	13.7 24.3	0.075 0.264	4 4	4 5	20.7 20.4	41.1 41.2
トドマツ北海道2-47	1	8.6 9.8	13.9 22.3	0.077 0.196	4 5	4 5	21.0 20.8	41.1 40.0
トドマツ北海道2-48	1	8.4 9.7	12.9 20.0	0.065 0.162	4 3	4 4	19.2 18.8	39.5 36.2
トドマツ北海道2-49	1	8.3 9.9	12.4 16.0	0.061 0.114	4 3	4 4	18.4 17.8	42.2 44.0
トドマツ北海道2-50	2	9.4 13.5	13.0 20.2	0.076 0.239	4 5	4 4	19.7 18.9	40.1 36.4
トドマツ北海道2-51	1	8.3 9.4	13.2 22.0	0.067 0.183	4 3	4 3	20.5 20.5	40.6 37.9
トドマツ北海道2-52	1	8.2 9.8	12.5 19.4	0.061 0.155	4 4	4 4	17.7 17.1	39.8 37.9
トドマツ北海道2-53	1	8.3 10.3	13.3 25.3	0.068 0.257	4 5	4 4	20.1 19.9	40.3 38.8
トドマツ北海道2-54	1	8.3 9.9	12.7 17.9	0.063 0.137	4 4	4 5	17.6 16.8	43.1 47.3
トドマツ北海道2-55	1	8.3 10.3	12.8 19.2	0.064 0.161	4 4	4 3	19.9 19.5	41.1 40.1
トドマツ北海道2-56	2	8.3 10.0	12.4 16.7	0.061 0.123	4 4	4 5	18.2 17.1	40.3 38.9
トドマツ北海道2-57	5	8.1 9.2	12.7 17.2	0.062 0.118	4 5	4 5	19.3 18.0	39.3 35.0
トドマツ北海道2-58	2	8.2 10.2	12.9 17.4	0.064 0.135	4 5	4 4	17.8 16.5	40.0 37.3
トドマツ北海道2-59	5	8.2 10.2	12.7 21.2	0.063 0.189	4 4	4 5	17.3 15.5	39.8 37.4
トドマツ北海道2-60	2	8.5 10.8	12.8 19.6	0.066 0.176	4 3	4 3	19.7 18.8	40.9 39.2
トドマツ北海道2-56	2	8.3 10.0	12.4 16.7	0.061 0.123	4 4	4 5	18.2 17.1	40.3 38.9
トドマツ北海道2-57	5	8.1 9.2	12.7 17.2	0.062 0.118	4 5	4 5	19.3 18.0	39.3 35.0
トドマツ北海道2-58	2	8.2 10.2	12.9 17.4	0.064 0.135	4 5	4 4	17.8 16.5	40.0 37.3
トドマツ北海道2-59	5	8.2 10.2	12.7 21.2	0.063 0.189	4 4	4 5	17.3 15.5	39.8 37.4
トドマツ北海道2-60	2	8.5 10.8	12.8 19.6	0.066 0.176	4 3	4 3	19.7 18.8	40.9 39.2
トドマツ北海道2-61	2	8.6 10.7	13.3 20.0	0.071 0.181	4 5	4 5	21.6 20.8	41.2 41.0
トドマツ北海道2-62	2	8.5 11.0	12.4 18.0	0.062 0.156	4 4	4 5	19.5 18.6	40.6 38.6
トドマツ北海道2-63	2	9.0 11.8	13.8 19.0	0.079 0.185	4 3	4 5	21.1 20.4	41.2 39.3
トドマツ北海道2-64	2	8.2 10.1	13.3 18.0	0.067 0.142	4 5	4 5	19.5 18.5	41.3 40.3
トドマツ北海道2-65	5	8.8 11.5	13.7 24.5	0.076 0.276	4 5	4 5	20.2 19.1	41.2 40.0

a)上段の数値は、育種価+林分平均値、下段は実測値を示す。

表-6.北北15号における第2世代トドマツ精英樹候補木の特性一覧

系統名	反復	育種価と実測値 ^{a)}						
		樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m ³)	根元曲り	幹曲り	ピロディン 陥入量(mm)	d・f ⁻¹ (Hz ⁻¹ ・cm ⁻¹ 10 ⁶)
トドマツ北海道2-66	4	9.7 11.7	9.8 14.0	0.048 0.109	4 4	4 4	22.6 20.4	41.7 40.7
トドマツ北海道2-67	4	9.9 12.8	10.5 19.0	0.055 0.207	4 5	4 5	23.5 24.5	41.6 41.3
トドマツ北海道2-68	4	9.7 11.5	10.4 17.0	0.053 0.152	4 5	4 4	22.7 20.8	42.8 42.9
トドマツ北海道2-69	4	9.8 11.8	10.7 18.0	0.056 0.173	4 5	4 5	23.4 23.5	43.0 44.7
トドマツ北海道2-70	4	9.5 11.1	9.9 13.0	0.048 0.091	4 5	4 5	23.6 23.1	41.4 41.0
トドマツ北海道2-71	4	10.0 12.4	9.8 12.0	0.050 0.088	4 5	4 5	23.2 21.3	40.3 36.8
トドマツ北海道2-72	4	9.4 11.1	10.3 18.0	0.050 0.162	4 5	4 5	23.0 21.6	43.1 43.0
トドマツ北海道2-73	4	10.0 11.7	10.6 17.0	0.056 0.155	4 5	4 5	23.1 21.3	43.0 44.2
トドマツ北海道2-74	4	9.7 12.4	9.6 13.0	0.046 0.102	4 5	4 5	22.5 20.1	41.5 38.8
トドマツ北海道2-75	4	9.7 11.3	10.4 15.0	0.053 0.119	4 5	4 5	23.3 22.3	42.4 40.8
トドマツ北海道2-76	4	9.6 12.0	10.0 15.0	0.049 0.127	4 5	4 5	23.3 22.5	41.5 38.9
トドマツ北海道2-77	4	9.5 10.7	9.9 13.0	0.048 0.087	4 5	4 5	23.0 21.8	42.4 42.1
トドマツ北海道2-78	4	9.1 11.0	9.6 13.0	0.043 0.090	4 5	4 5	23.1 22.5	42.6 42.3
トドマツ北海道2-79	4	9.0 9.5	9.9 12.0	0.045 0.067	4 5	4 5	22.5 19.5	42.4 41.6
トドマツ北海道2-80	4	9.4 11.9	9.7 14.0	0.045 0.111	4 5	4 5	23.3 23.4	43.4 45.1
トドマツ北海道2-81	3	9.2 10.1	10.5 19.0	0.051 0.162	4 5	4 5	23.1 22.6	41.5 39.3
トドマツ北海道2-82	3	9.1 10.3	10.3 15.0	0.049 0.108	4 5	4 5	23.5 24.4	42.9 42.7
トドマツ北海道2-83	3	9.0 11.3	10.8 21.0	0.053 0.217	4 5	4 5	23.6 24.5	43.7 44.6
トドマツ北海道2-84	3	9.2 12.3	10.3 18.0	0.049 0.180	4 5	4 4	23.5 23.3	41.5 36.7
トドマツ北海道2-85	3	9.7 13.8	10.1 18.0	0.050 0.203	4 5	4 4	23.3 21.9	43.2 41.6
トドマツ北海道2-86	3	9.6 11.8	10.2 16.0	0.051 0.140	4 5	4 5	23.1 22.4	41.4 39.6
トドマツ北海道2-87	3	9.4 11.4	9.8 13.0	0.046 0.093	4 4	4 5	23.0 21.9	42.0 40.3
トドマツ北海道2-88	3	9.1 11.2	10.1 19.0	0.047 0.180	4 5	4 5	23.0 21.9	41.6 38.3
トドマツ北海道2-89	3	9.6 11.6	10.1 13.0	0.050 0.095	4 5	4 5	23.1 22.4	43.7 45.4
トドマツ北海道2-90	3	10.2 13.0	10.6 17.0	0.058 0.172	4 5	4 5	23.6 23.3	43.3 42.2
トドマツ北海道2-91	3	8.9 9.6	10.9 21.0	0.053 0.183	4 5	4 5	23.5 24.1	42.9 43.6
トドマツ北海道2-92	3	9.2 10.9	9.7 12.0	0.045 0.077	4 4	4 5	23.0 21.9	41.8 39.9
トドマツ北海道2-93	3	9.4 11.6	9.7 13.0	0.046 0.095	4 5	4 4	22.7 20.4	43.0 43.3
トドマツ北海道2-94	3	9.4 12.5	10.3 18.0	0.051 0.183	4 5	4 5	22.9 21.4	43.8 43.6
トドマツ北海道2-95	3	10.4 15.1	10.4 20.0	0.057 0.269	3 2	4 5	23.5 24.1	41.9 39.4
トドマツ北海道2-96	3	9.8 11.8	10.9 20.0	0.058 0.208	4 5	4 5	23.3 22.0	42.3 38.4

表-6.北北15号における第二世代トドマツ精英樹候補木の特性一覧(つづき)

系統名	反復	育種価と実測値 ^{a)}						
		樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m ³)	根元曲り	幹曲り	ピロデイン 陥入量(mm)	d・f ¹ (Hz ⁻¹ ・cm ⁻¹ 10 ⁶)
トドマツ北海道2-97	3	10.2 <i>13.1</i>	10.4 <i>16.0</i>	0.056 <i>0.156</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.5 <i>24.1</i>	42.9 <i>43.5</i>
トドマツ北海道2-98	3	9.7 <i>10.4</i>	11.3 <i>24.0</i>	0.061 <i>0.252</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.7 <i>25.3</i>	43.7 <i>43.0</i>
トドマツ北海道2-99	3	9.6 <i>12.7</i>	9.7 <i>14.0</i>	0.046 <i>0.119</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.5 <i>23.4</i>	43.2 <i>42.7</i>
トドマツ北海道2-100	3	10.1 <i>13.6</i>	10.0 <i>16.0</i>	0.052 <i>0.162</i>	4 <i>5</i>	4 <i>3</i>	22.9 <i>21.4</i>	43.1 <i>42.1</i>
トドマツ北海道2-101	3	9.5 <i>10.9</i>	10.2 <i>16.0</i>	0.050 <i>0.129</i>	4 <i>4</i>	4 <i>5</i>	23.2 <i>22.8</i>	43.3 <i>42.9</i>
トドマツ北海道2-102	2	9.1 <i>10.9</i>	10.0 <i>16.0</i>	0.047 <i>0.129</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	22.7 <i>21.3</i>	40.9 <i>36.7</i>
トドマツ北海道2-103	2	9.5 <i>11.6</i>	10.1 <i>17.0</i>	0.049 <i>0.153</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.1 <i>23.1</i>	41.9 <i>42.1</i>
トドマツ北海道2-104	2	10.8 <i>14.5</i>	10.8 <i>20.0</i>	0.064 <i>0.258</i>	4 <i>5</i>	4 <i>3</i>	23.0 <i>21.5</i>	42.6 <i>39.8</i>
トドマツ北海道2-105	2	9.6 <i>13.1</i>	9.7 <i>15.0</i>	0.046 <i>0.139</i>	4 <i>4</i>	4 <i>4</i>	23.0 <i>22.1</i>	42.2 <i>42.1</i>
トドマツ北海道2-106	2	9.8 <i>12.3</i>	10.3 <i>19.0</i>	0.053 <i>0.198</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.7 <i>23.8</i>	42.0 <i>41.0</i>
トドマツ北海道2-107	2	10.0 <i>12.7</i>	10.0 <i>16.0</i>	0.051 <i>0.151</i>	4 <i>4</i>	4 <i>4</i>	23.4 <i>24.1</i>	42.1 <i>41.1</i>
トドマツ北海道2-108	2	9.1 <i>11.2</i>	9.8 <i>15.0</i>	0.045 <i>0.118</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.2 <i>23.0</i>	42.7 <i>42.9</i>
トドマツ北海道2-109	2	9.5 <i>12.6</i>	10.1 <i>18.0</i>	0.049 <i>0.185</i>	4 <i>5</i>	4 <i>4</i>	23.6 <i>24.3</i>	41.8 <i>40.9</i>
トドマツ北海道2-110	2	8.5 <i>9.1</i>	10.0 <i>15.0</i>	0.043 <i>0.095</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	24.0 <i>26.4</i>	42.3 <i>40.7</i>
トドマツ北海道2-111	2	8.9 <i>11.5</i>	9.8 <i>18.0</i>	0.044 <i>0.168</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.0 <i>21.9</i>	41.0 <i>36.8</i>
トドマツ北海道2-112	2	10.0 <i>12.1</i>	10.6 <i>20.0</i>	0.056 <i>0.214</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.8 <i>25.5</i>	41.3 <i>38.5</i>
トドマツ北海道2-113	2	9.0 <i>11.0</i>	9.7 <i>15.0</i>	0.044 <i>0.116</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.8 <i>25.9</i>	43.5 <i>44.7</i>
トドマツ北海道2-114	2	9.7 <i>12.9</i>	10.3 <i>18.0</i>	0.052 <i>0.189</i>	4 <i>4</i>	4 <i>5</i>	23.2 <i>23.1</i>	42.1 <i>42.7</i>
トドマツ北海道2-115	2	9.2 <i>10.8</i>	10.4 <i>20.0</i>	0.050 <i>0.190</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.5 <i>24.9</i>	40.7 <i>37.6</i>
トドマツ北海道2-116	2	9.5 <i>11.8</i>	10.1 <i>17.0</i>	0.050 <i>0.156</i>	4 <i>5</i>	4 <i>4</i>	23.6 <i>24.8</i>	42.9 <i>44.1</i>
トドマツ北海道2-117	2	10.1 <i>12.9</i>	10.7 <i>19.0</i>	0.059 <i>0.208</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	23.4 <i>23.8</i>	41.4 <i>40.6</i>
トドマツ北海道2-118	2	8.5 <i>9.9</i>	9.9 <i>17.0</i>	0.042 <i>0.130</i>	4 <i>5</i>	4 <i>5</i>	22.8 <i>21.6</i>	41.1 <i>38.2</i>
トドマツ北海道2-119	2	9.3 <i>10.2</i>	10.2 <i>15.0</i>	0.049 <i>0.107</i>	4 <i>5</i>	4 <i>4</i>	23.6 <i>23.6</i>	44.3 <i>47.0</i>
トドマツ北海道2-120	2	9.4 <i>12.2</i>	9.8 <i>16.0</i>	0.047 <i>0.145</i>	4 <i>5</i>	4 <i>4</i>	23.1 <i>22.6</i>	41.8 <i>40.8</i>
トドマツ北海道2-121	2	9.9 <i>13.5</i>	10.2 <i>18.0</i>	0.053 <i>0.198</i>	4 <i>3</i>	4 <i>5</i>	23.1 <i>22.9</i>	44.1 <i>46.8</i>
トドマツ北海道2-122	2	9.6 <i>10.8</i>	10.0 <i>14.0</i>	0.049 <i>0.101</i>	4 <i>4</i>	4 <i>5</i>	23.4 <i>23.5</i>	43.2 <i>45.2</i>

a)上段の数値は、育種価+林分平均値、下段は実測値を示す。

表-7.A-33におけるトドマツ優良木の特性一覧

系統名	反復No.	育種価と実測値 ^{a)}				
		樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m ³)	ピロディン 陥入量(mm)	d・f ⁻¹ (Hz ⁻¹ ・cm ⁻¹ ・10 ⁶)
トドマツ優良木-1	3	19.0 17.1	28.9 28.8	0.641 0.566	24.3 22.5	39.8 36.2
トドマツ優良木-2	2	19.5 20.4	28.7 31.2	0.655 0.791	25.1 25.5	41.2 35.2
トドマツ優良木-3	2	19.2 19.7	29.4 32.8	0.669 0.827	25.1 26.0	40.9 38.1
トドマツ優良木-4	2	19.3 17.7	29.7 29.8	0.684 0.624	23.6 23.3	40.0 37.3
トドマツ優良木-5	2	18.5 17.8	28.7 30.4	0.617 0.649	24.9 25.0	41.3 40.1
トドマツ優良木-6	2	19.6 21.0	28.6 30.1	0.655 0.770	24.9 25.0	40.2 38.2
トドマツ優良木-7	2	19.7 20.5	29.2 31.4	0.682 0.804	24.6 24.5	40.6 36.8
トドマツ優良木-8	2	19.7 20.7	28.9 30.5	0.669 0.774	24.0 23.3	40.1 36.6
トドマツ優良木-9	2	19.0 20.1	29.2 30.8	0.652 0.761	25.3 26.0	41.4 41.1
トドマツ優良木-10	2	19.2 19.0	28.8 30.5	0.644 0.703	23.9 24.0	41.1 41.0
トドマツ優良木-11	2	18.5 18.2	28.7 30.5	0.614 0.669	23.3 23.0	40.8 39.7
トドマツ優良木-12	2	18.5 18.3	29.4 32.3	0.644 0.742	24.3 24.3	41.1 38.5
トドマツ優良木-13	2	19.3 18.8	28.4 28.7	0.633 0.627	24.4 24.3	40.9 40.3
トドマツ優良木-14	2	18.8 18.1	30.1 33.2	0.681 0.767	25.0 25.5	41.3 41.8
トドマツ優良木-15	2	21.3 22.6	29.2 31.3	0.746 0.893	23.7 23.5	41.3 40.7
トドマツ優良木-16	2	19.7 20.1	29.0 32.2	0.673 0.820	24.0 24.0	40.3 36.5
トドマツ優良木-17	3	19.2 17.6	29.6 31.2	0.677 0.669	24.5 23.8	41.3 40.6
トドマツ優良木-18	2	19.1 19.0	29.7 32.3	0.677 0.774	24.4 24.3	40.7 37.8
トドマツ優良木-19	3	19.3 18.3	32.7 38.8	0.803 1.009	25.4 25.5	40.3 39.7
トドマツ優良木-20	2	19.1 19.7	29.5 33.3	0.667 0.849	24.1 24.3	40.6 38.5
トドマツ優良木-21	3	19.3 18.7	28.9 29.4	0.654 0.649	23.0 21.0	40.2 38.0
トドマツ優良木-22	2	19.0 19.5	28.5 30.6	0.626 0.728	24.1 23.8	40.4 37.3
トドマツ優良木-23	3	19.0 18.2	29.1 28.8	0.653 0.608	25.1 24.3	40.6 39.9
トドマツ優良木-24	3	18.9 17.9	29.0 26.9	0.641 0.532	24.8 23.5	41.4 42.2
トドマツ優良木-25	3	20.3 18.3	30.3 30.7	0.749 0.681	24.3 23.0	41.2 42.9
トドマツ優良木-26	3	18.7 18.1	28.5 28.6	0.617 0.597	23.8 22.5	41.4 44.3
トドマツ優良木-27	2	19.2 19.2	28.7 31.8	0.641 0.763	24.5 25.5	41.4 43.4
トドマツ優良木-28	3	18.7 17.9	28.8 29.8	0.629 0.632	24.4 23.3	41.1 42.5
トドマツ優良木-29	3	19.3 17.8	29.3 29.7	0.668 0.624	25.1 24.3	41.2 42.1
トドマツ優良木-30	3	18.9 17.5	28.6 28.0	0.624 0.555	24.6 23.8	40.8 40.6
トドマツ優良木-31	3	20.6 19.1	29.8 29.6	0.739 0.672	23.9 22.3	41.6 41.5
トドマツ優良木-32	3	19.6 18.6	29.3 27.6	0.681 0.580	23.9 21.8	41.4 42.1

a)上段の数値は、育種価+試験地全体平均値、下段は実測値を示す。

5 引用文献

- 1) 栗延晋・久保田正裕：林木育種のための統計解析，社団法人林木育種協会，140pp，(2012)
- 2) 田村明・来田和人・内山和子・市村康裕・阿部正信・渡邊謙一・西岡直樹・井城泰一・上野義人・林勝洋・飯田玲奈：トドマツ人工交配家系からの第2世代精英樹候補木の選抜の試みーピロディン貫入法による材質の育種価の推定ー，第59回日本木材学会大会研究発表要旨集，12(2009)
- 3) 田村明・生方正俊・那須仁弥・丹藤修・久保田権・西岡直樹・佐藤新一・林勝洋・飯田玲奈・佐藤亜樹彦・辻山善洋・上野義人・井城泰一・阿部正信・渡邊謙一：トドマツのピロディン貫入法による容積密度の育種価の推定，第60回日本木材学会大会研究発表要旨集，109(2009)
- 4) 田村明・生方正俊・久保田権・井城泰一：トドマツ実生家系における水食い材の改良効果，第61回日本木材学会大会研究発表要旨集，11(2011)
- 5) 田村明・山田浩雄・福田陽子・矢野慶介・阿部正信・竹田宣明・上田雄介・来田和人・今博計：北海道育種基本区における第2世代精英樹候補木の選抜ー平成23年度の実施結果ー，独立行政法人森林総合研究所林木育種センター平成24年版年報，26-30，(2012)

