

# 北海道育種基本区における第2世代精英樹候補木と優良木の選抜

—平成25年度の実施結果—

北海道育種場 田村 明・山田浩雄<sup>※1</sup>・福田陽子・矢野慶介・竹田宣明<sup>※2</sup>・大城浩司<sup>※2</sup>・上野義人・  
植田 守・佐藤亜樹彦・湯浅 真・上田雄介・佐藤新一<sup>※1</sup>・織田春紀  
北海道総合研究機構 林業試験場 黒丸 亮・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、トドマツでは、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。一方、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場合、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が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。

グイマツ雑種 $F_1$ は北海道の主要な造林樹種である。その母樹であるグイマツについては、現在までに29本の第2世代精英樹候補木が選抜された<sup>1,9)</sup>。しかし、これらの候補木に関与する交配親クローンは15と非常に少ないことから、トドマツ以上に、次世代化を進めた時の遺伝的多様性の減少と改良効果の確保について懸念されている。北海道総合研究機構 林業試験場は、1990年に日ソ林業技術交流並びに有用遺伝資源収集事業の中でサハリン南部において、27個体から球果を採取し<sup>3)</sup>、1993年にこれらのオープン実生家系をグイマツ精英樹同士の交配家系が植栽された三笠グイマツ遺伝資源評価林に同時植栽した。もし第2世代精英樹候補木と同等以上の性能

を有する個体があれば、これらを積極的に次世代集団に組み入れた方が、将来にわたる遺伝的多様性の確保とグイマツ雑種 $F_1$ の改良効果を確保する点から望ましい。

平成25年度は、トドマツについては中部育種区において地域差検定林2箇所から104個体の第2世代精英樹候補木を選抜した。また、西南部育種区にある準次代検定林1箇所から20個体の優良木を選抜した。グイマツについては、三笠グイマツ遺伝資源評価林にあるサハリン南部産のオープン実生家系の中から、第2世代精英樹候補木と同等以上の性能を有する21個体の優良木を選抜した。一方、北海道ではカラマツの第2世代精英樹候補木および優良木が選抜されていない。今年度は遺伝試験林の中から3個体の第2世代精英樹候補木を選抜した。これらはグイマツ雑種 $F_1$ の花粉親として利用していく予定である。

本報では25年度に選抜した第2世代精英樹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) 北旭8号地域差検定林(トドマツ)

この検定林は1988年に精英樹実生80家系によって設定された地域差検定林である。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。2008年(20年次)に2,030個体について樹高、胸高直径を測定した。材質調査は2013年(25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かった518本を選木し、これらの個体について材質調査を行った(表-1)。材質調査ではピロディン貫入量と横打撃共振周波数を測定した。ピロディン貫入量は、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、

※1 現在 林木育種センター遺伝資源部

※2 現在 林木育種センター九州育種場

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、ピロディン貫入量と容積密度の遺伝相関( $r_g$ )が高く( $r_g = -0.83$ )、ピロディン貫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<sup>4,5)</sup>、ピロディン貫入量の育種価が小さい個体を選抜することで、遺伝的にヤング係数が優れた第2世代精英樹候補木や優良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( $r_g = 0.49$ )<sup>7)</sup>。 $1/(d \cdot f)$ 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世代精英樹候補木や優良木を選抜できると考えられる。

各個体の各形質の育種価は、BLUP法のAnimalモデル<sup>2)</sup>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、樹高、胸高直径、ピロディン貫入量および $1/(d \cdot f)$ の各形質についての育種価を検定林平均値で除し、それら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5個体までとした。

#### (2) 北旭7号地域差検定林(トドマツ)

当検定林は、1988年に精英樹実生80家系によって設定された地域差検定林である。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。2008年(20年次)に4,648個体について樹高、胸高直径を測定した。2013年(25年次)10月に2(1)の基準に従って533個体を選木し、ピロディン貫入量、横打撃共振周波数および胸高直径を測定した(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) 準次代検定林A-32(トドマツ)

A-32は、トドマツ精英樹の原木から直接採種し、林業試験場が1980年に造成したオープン実生家系による検定林(準次代検定林)である。2013年10月(34年次)に3ブロックのうち1ブロック15家系485個体について樹高、胸高直径、ピロディン貫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、供試されている精英樹の原木のうち3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」<sup>9)</sup>の交配親として共通に利用されている。また37クローンは24年度に優良木を選抜した光珠内実験林のA33の交配親として共通に利用されている<sup>10)</sup>。そのため、当検定林から選抜した優良木の性能を第2世代精英樹候補木や24年度に選抜した優良木と直接比較することができる。なお本検定林における1家系あたりの最大選抜個体数は2個体だった。

#### (4) カラマツ属交雑遺伝試験園(カラマツ)

当検定林は1989年に設定された交配試験地である。2008年(20年次)にカラマツ×カラマツ(3×4不完全ダイアレル交配)の内、自殖を除く8組合せ134個体について樹高、胸高直径、幹曲り、ピロディン貫入量および樹皮厚を測定した(表-1)。なお、交配親の4クローンの内3クローンは精英樹であるが、1クローンは育種母材である。幹曲りは、素材の日本農林規格(JAS規格)の曲りの測定法<sup>11)</sup>に準じて測定した。具体的には立木状態の幹に3.65mの定規をあて、幹と定規が形づくる最大矢高と4mの高さの直径を測定し、その直径に対する最大矢高の割合を幹曲りの値とした。ピロディン貫入量は、ピロディンForest6J(PROCEQ社製)を使い、胸高部位(地上高1.3m付近)の4方向について樹皮の上から測定した。ただし、ピンは直径2.0mmを使用した。また、バークゲージ(Haglof社製)を用い、ピンを貫入した箇所の樹皮厚をmm単位で測定した。そして、ピロディン貫入量と樹皮厚の平均値を使ってヤング係数を推定した<sup>7)</sup>。

カラマツの中から選抜した次世代精英樹を、グイマツ雑種 $F_1$ の花粉親として用いるためには、カラマツの種内交雑で推定した一般組合せ能力(GCA)とグイマツ雑種 $F_1$ にした場合の一般雑種能力(GHA)の相関が高いことが前提条件になる。筆者らは、カラマツの種内交雑で推定した一般組合せ能力(GCA)とグイマツ雑種 $F_1$ の一般雑

種能力 (GHA) の相関を調べた。その結果、樹高、幹曲りおよびピロディン貫入量と樹皮厚で推定したヤング係数において GCA と GHA 間に有意な正の相関が認められることを明らかにした<sup>7)</sup>。このことは、種内から成長、幹曲りおよび推定したヤング係数の育種価が優れた個体を選抜し、グイマツ雑種 F<sub>1</sub> の花粉親に利用することで、遺伝的に成長量、幹曲り、材の強度が優れたグイマツ雑種 F<sub>1</sub> 品種を開発できることが期待される。

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。

#### (5) 三笠グイマツ遺伝資源評価林 (グイマツ)

本検定林は林業試験場が 1993 年に設定した検定林である。この検定林にはグイマツ×グイマツ (11×6 要因交配) 44 組合せと、南サハリンから導入したオープン実生 14 家系が同時植栽されている。この内、グイマツ×グイマツからは、既に第2世代精英樹候補木を選抜したが<sup>1)</sup>、今回将来にわたる遺伝的多様性の確保とグイマツ雑種 F<sub>1</sub> の改良効果を確保するため、南サハリンから導入した実生家系の中から優良木を選抜することにした。なお、グイマツ×グイマツの交配家系の交配親 17 クロウンの内、16 クロウンは精英樹であるが、1 クロウンは育種母材である。

2008 年 (20 年次) に南サハリンから導入した 14 家系 241 個体について樹高、胸高直径、幹曲り、樹皮厚およびピロディン貫入量を 2(4)と同じ方法で測定した。この 241 個体の中にはカラマツとの雑種が含まれている可能性があったため<sup>3)</sup>、改変した PCR-RFLP 法<sup>9)</sup>で両親種を確定し、両親種がグイマツと確認できた 191 個体について、各形質の育種価を推定した。グイマツでもカラマツと同様に成長量、幹曲りおよびピロディン貫入量と樹皮厚で推定したヤング係数で GCA と GHA 間に有意な正の相関が認められる<sup>7)</sup>。このことから、グイマツの種内から成長、幹曲りおよび推定したヤング係数の育種価が優れた個体を選抜し、グイマツ雑種 F<sub>1</sub> の母親に利用することで、遺伝的に成長、幹曲り、ヤング係数が優れたグイマツ雑種 F<sub>1</sub> 品種を開発できると考えられる。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、優良木の選抜も 2(1)と同じ基準で行った。既に当検定林から 18 個体の第2世代精英樹候補木が選抜されている<sup>1)</sup>。これらの候補木の調査時に南サハリン産のオープン実生家系も調査した。そのため、当検定林から選抜する優良木の性能を第2世代精英樹候補木と直接

比較することができると考えられる。

#### (6) 第2世代精英樹候補木と優良木の採穂と穂の調整

表-4に各検定林で採穂した個体あたりのつぎ木本数および採穂した時期を示した。各検定林で選抜した第2世代精英樹候補木および優良木の全 148 個体から採穂することができた。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。採取した粗穂は、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、つぎ木を行うまでマイナス5度の冷凍庫に保管した。ただし、北旭 7 号は冬季間に採穂することができなかったため、雪解け後の 2014 年 5 月 20 日に採穂を行った。採穂した粗穂を冷蔵で北海道育種場に送付し、到着後直ちにつぎ木を行った。

### 3 結果と考察

#### (1) 北旭 8 号地域差検定林 (トドマツ)

表-1に北旭 8 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。中部育種区に設定されている検定林は国有林・道有林ともに少ない。その中から家系間差が明瞭な検定林は、本検定林と北旭 7 号だけであったため、将来の遺伝的多様性と改良効果の確保を考慮し、今までの検定林当りの選抜本数よりも多い 25 家系 50 個体の第2世代精英樹候補木を選抜した。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世代候補木は樹高とピロディン貫入量の遺伝獲得量が大きかったことから、樹高や材質 (容積密度とヤング係数) が遺伝的に優れた個体が多く選抜されたと期待される (表-5)。

#### (2) 北旭 7 号地域差検定林 (トドマツ)

表-1に北旭 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。前述した理由により、本検定林からは 33 家系 54 個体の第2世代精英樹候補木を選抜した。表-2に各形質の狭義の遺伝率、表-3に各形質の遺伝獲得量を示した。各形質の遺伝獲得量は大きくないものの、全ての形質において満遍なく欠点の少ない個体が選抜されたと考えられる (表-6)。

#### (3) A-32 (準次代検定林) (トドマツ)

表-1に準次代検定林A-32における優良木の選抜本数、選抜率を示した。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。胸高直径の遺伝率が1.0となっているが、これは1ブロックのみで調査が行われたため、家系分散の中に家系とブロックの交互作用が含まれ遺伝率が過大に評価されたと考えられる。当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と予想される。当検定林から選抜された優良木の性能を調べるため、第2世代精英樹候補木と比較しておく必要がある。そこで、交配親が共通で使われ、23年度に第2世代精英樹候補木が選抜されたトドマツ光珠内実験林と、24年度に優良木が選抜されたA-33（準次代検定林）をまとめて解析し、選抜された第2世代精英樹候補木、優良木の各形質の育種価の平均値を算出した（表-10）。その結果、当検定林A-32から選抜された優良木は、ピロディン貫入量の育種価は高くないものの、樹高の育種価は第2世代精英樹候補木以上であった。また、 $1/(d \cdot f)$ の育種価も第2世代精英樹候補木と同等であり、心材含水率の低下も期待できる個体が選抜されていた。なお、平成24年度にA-33から選抜された優良木の成長・ヤング係数および心材含水率の育種価も第2世代精英樹候補木と同等以上であった。

#### (4) カラマツ属交雑遺伝試験園（カラマツ）

表-1にカラマツ属交雑遺伝試験園における第2世代精英樹候補木の選抜本数、選抜率を示した。本検定林からは2家系3個体の第2世代精英樹候補木を選抜した。選抜した第2世代精英樹候補木は、幹曲りの育種価が優れていたため、製材歩止りの良い個体が選ばれていると

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	成長調査本数	材質調査本数	選抜家系数	選抜本数(本)	選抜率(%)
北旭8号	トドマツ	1988	留萌北部森林管理署 2014か林小班	2030	518	25	50	2.5
北旭7号	トドマツ	1988	宗谷森林管理署 1050よ林小班	4648	533	33	54	1.2
準次代検定林 A-32	トドマツ	1980	浦河経営区 新冠町字明和	485	180	15	20	4.1
カラマツ属交雑 遺伝試験園	カラマツ	1989	北海道育種場構内	134	134	2	3	2.2
三笠グイマツ遺 伝資源評価林	グイマツ	1993	三笠市	191	191	14	21	11.0

考えられる（表-3）。

#### (5) 三笠グイマツ遺伝資源評価林（グイマツ）

表-1に三笠グイマツ遺伝資源評価林における優良木の選抜本数、選抜率を示した。また、本検定林から14家系21個体の優良木を選抜した。これらの優良木はヤング係数の遺伝獲得量がマイナスであるが、樹高および胸高直径の遺伝獲得量が非常に大きかった。実際に本検定林における精英樹×精英樹の交配家系の育種価の全平均と比較しても成長が非常に良かった。なお、平成23年度の精英樹×精英樹の交配家系の平均育種価がマイナスになっているが、これは南サハリン産の家系と一緒に計算したことによると考えられる（表-11）。今回の調査結果から、ロシアには優良なグイマツが現存している可能性があり、グイマツの多様性確保および改良効果確保の観点から、特にサハリンからのグイマツ種子の追加収集について、その可能性を探っていく必要があるであろう。

## 4 おわりに

調査を行うにあたり、地域差検定林を管轄する宗谷森林管理署と留萌北部管理署、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を頂いた。深く感謝申し上げます。

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	幹曲り	ヤング係数	ピロディン 陥入量	$d \cdot f^{-1}$	幹曲り
北旭8号	0.369	0.000	-	-	0.519	0.191	0.200
	0.125	0.000			0.192	0.141	0.140
北旭7号	0.090	0.046	-	-	0.029	0.156	0.209
	0.073	0.076			0.164	0.152	0.160
準次代検定林 A-32	0.850	1.000	-	-	0.553	0.712	-
	0.312	0.000			0.296	0.313	
カラマツ属交 雑遺伝試験園	0.059	0.048	0.306	0.225	-	-	0.306
	0.122	0.163	0.292	0.451			0.292
三笠遺伝資源 評価林	0.680	0.894	0.098	0.387	-	-	0.098
	0.038	0.132	0.053	0.130			0.053

- 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) 表中の「-」は、未調査

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)	幹曲り <sup>d)</sup>	ヤング係数 (GPa)	ピロディン <sup>e)</sup> 陥入量(mm)	$1/d \cdot f^f$ ( $\text{Hz}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} 10^{-6}$ )
北旭8号	10.0	13.5			21.8	36.1
	9.2	13.5	-	-	22.5	36.7
	7.8	0.0			3.3	1.6
北旭7号	6.3	8.6			22.1	37.5
	6.2	8.4	-	-	22.2	37.8
	2.8	2.4			0.3	0.8
準次代検定林 A-32	20.7	30.1			28.0	43.3
	16.8	26.7	-	-	28.2	44.9
	23.2	12.7			0.7	3.6
カラマツ属交雑 遺伝試験園	12.0	13.7	43.6	8.6		
	11.8	13.4	61.1	8.5	-	-
	2.0	2.5	28.7	1.1		
三笠グイマツ遺 伝資源評価林	13.0	18.9	31.1	6.8		
	10.8	13.6	32.8	7.1	-	-
	20.4	38.9	5.0	-4.5		

- 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) 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)。  
 e) 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。  
 トドマツはピン径2.5mm、カラマツ属は2.0mmを用い、剥皮せずに樹皮の上からピンを陥入した。  
 f)  $d \cdot f^{-1}$ の値が小さいほど、心材中に占める水食い材率が小さく、心材含水率が低くなる。  
 g) 「-」は未測定

表-4. 各検定林からの採穂数および採穂時期

検定林名	樹種	1個体当りの つぎ木本数	採穂時期
北旭8号	トドマツ	12	2014年3月3-6日
北旭7号	トドマツ	12	2014年5月20日
準次代検定林A-32	トドマツ	16	2014年1月27-28日
カラマツ属交雑遺伝試験園	グイマツ	16	2014年2月10日
三笠遺伝資源評価林	グイマツ	16	2014年2月6日

表-5.北旭8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	育種価と実測値 <sup>a)</sup>							
	樹高 (m)		胸高直径 (cm)		ピロディン 貫入量(mm)		1/d+f (Hz <sup>-1</sup> ・cm <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> )	
トドマツ北海道2-123	9.8	10.3	13.5	14.4	21.8	21.4	36.5	37.0
トドマツ北海道2-124	11.0	13.6	13.5	16.0	21.5	20.8	35.7	31.8
トドマツ北海道2-125	9.9	10.7	13.5	16.0	21.0	19.9	34.7	25.6
トドマツ北海道2-126	10.5	12.7	13.5	14.6	21.5	21.0	36.0	35.0
トドマツ北海道2-127	10.2	11.8	13.5	20.0	22.3	22.6	36.1	35.5
トドマツ北海道2-128	10.3	11.8	13.5	16.4	22.1	21.9	34.5	26.3
トドマツ北海道2-129	9.9	10.7	13.5	15.4	20.3	18.6	36.1	36.3
トドマツ北海道2-130	9.7	10.0	13.5	15.8	22.3	22.0	36.6	34.7
トドマツ北海道2-131	9.4	9.5	13.5	11.0	21.2	20.1	36.4	35.6
トドマツ北海道2-132	10.4	12.4	13.5	15.0	20.3	17.9	36.6	36.1
トドマツ北海道2-133	10.4	12.3	13.5	18.0	22.2	22.3	34.6	25.0
トドマツ北海道2-134	9.8	11.6	13.5	19.4	22.1	22.3	36.2	34.3
トドマツ北海道2-135	11.2	13.8	13.5	17.6	22.3	22.1	36.3	34.8
トドマツ北海道2-136	11.0	13.3	13.5	15.4	22.4	22.4	36.5	36.4
トドマツ北海道2-137	10.3	11.7	13.5	16.8	21.5	20.6	36.3	35.2
トドマツ北海道2-138	9.4	10.0	13.5	13.6	21.8	21.5	36.5	36.3
トドマツ北海道2-139	9.3	9.1	13.5	16.0	22.2	21.5	36.0	35.8
トドマツ北海道2-140	9.6	9.6	13.5	13.6	20.5	18.3	35.8	33.1
トドマツ北海道2-141	10.1	11.4	13.5	17.2	21.9	21.5	34.3	23.4
トドマツ北海道2-142	9.4	9.9	13.5	18.0	21.5	21.0	35.8	34.9
トドマツ北海道2-143	9.3	8.9	13.5	18.4	22.5	21.9	36.5	36.8
トドマツ北海道2-144	9.9	10.1	13.5	23.2	22.1	21.5	35.7	34.7
トドマツ北海道2-145	9.5	10.0	13.5	21.2	21.4	20.4	35.8	33.5
トドマツ北海道2-146	9.2	9.3	13.5	19.4	20.9	19.5	35.8	33.6
トドマツ北海道2-147	9.3	9.0	13.5	15.0	21.2	20.0	36.2	35.5
トドマツ北海道2-148	9.6	8.6	13.5	14.2	22.4	22.1	35.9	34.8
トドマツ北海道2-149	9.7	8.7	13.5	13.2	21.7	20.8	35.8	34.6
トドマツ北海道2-150	10.0	10.5	13.5	18.0	21.9	21.3	36.4	35.8
トドマツ北海道2-151	10.0	10.2	13.5	20.6	21.5	20.6	36.6	36.1
トドマツ北海道2-152	10.2	10.9	13.5	18.2	21.7	20.9	36.5	35.3
トドマツ北海道2-153	9.9	9.7	13.5	16.6	21.7	21.0	36.6	36.4
トドマツ北海道2-154	9.8	9.9	13.5	14.2	21.1	20.1	36.6	38.0
トドマツ北海道2-155	9.8	9.1	13.5	18.0	22.1	21.8	35.7	31.6
トドマツ北海道2-156	9.4	9.3	13.5	20.4	22.4	22.1	36.2	34.0
トドマツ北海道2-157	11.2	13.6	13.5	18.6	21.2	20.0	36.5	36.6
トドマツ北海道2-158	9.9	10.0	13.5	12.8	22.3	22.1	36.1	35.9
トドマツ北海道2-159	9.7	10.2	13.5	19.2	21.9	21.8	36.2	36.0
トドマツ北海道2-160	9.7	10.6	13.5	20.4	21.4	21.0	36.2	37.2
トドマツ北海道2-161	10.1	9.8	13.5	15.8	22.1	21.6	36.5	35.0
トドマツ北海道2-162	10.3	10.3	13.5	16.0	22.3	22.1	36.7	35.8
トドマツ北海道2-163	9.5	9.6	13.5	14.6	22.4	22.6	36.1	33.7
トドマツ北海道2-164	10.5	10.6	13.5	17.6	21.9	21.5	36.5	36.5
トドマツ北海道2-165	10.0	9.1	13.5	16.8	22.0	21.9	36.6	35.7
トドマツ北海道2-166	9.4	8.8	13.5	18.0	22.1	21.3	34.9	27.5
トドマツ北海道2-167	10.5	11.5	13.5	15.8	22.0	22.0	36.4	36.9
トドマツ北海道2-168	10.3	10.9	13.5	15.6	21.7	21.6	36.4	37.3
トドマツ北海道2-169	9.9	10.5	13.5	14.4	21.2	20.0	36.0	35.2
トドマツ北海道2-170	9.5	9.8	13.5	15.2	21.4	20.4	36.2	34.5
トドマツ北海道2-171	9.9	9.6	13.5	15.2	21.8	21.1	36.6	35.4
トドマツ北海道2-172	10.5	11.6	13.5	19.4	22.3	22.9	36.0	36.3
平均値	10.0	10.5	13.5	16.7	21.7	21.1	36.1	34.4
標準偏差	0.5	1.4	0.0	2.4	0.6	1.1	0.6	3.3

表中の数値の内、左の数値は検定林平均値+育種価、右のイタリック数値は実測値を表わす。

表-6.北旭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	育種価と実測値 <sup>a)</sup>							
	樹高 (m)		胸高直径 (cm)		ピロディン 貫入量(mm)		1/d·f (Hz <sup>-1</sup> ·cm <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> )	
トドマツ北海道2-173	6.5	8.3	8.6	12.0	22.2	22.6	37.6	36.0
トドマツ北海道2-174	6.4	7.1	8.6	10.0	22.1	20.6	37.4	35.0
トドマツ北海道2-175	6.3	8.6	8.5	10.0	22.2	21.4	37.0	34.4
トドマツ北海道2-176	6.3	7.7	8.5	10.0	22.2	20.5	37.7	35.9
トドマツ北海道2-177	6.2	7.3	8.6	12.0	22.1	20.5	37.1	34.9
トドマツ北海道2-178	6.2	7.3	8.5	12.0	22.2	21.4	36.8	32.9
トドマツ北海道2-179	6.4	7.1	8.7	11.0	22.2	22.0	37.4	36.6
トドマツ北海道2-180	6.3	7.3	8.6	11.0	22.1	19.8	37.5	35.7
トドマツ北海道2-181	6.3	7.0	8.6	11.0	22.1	19.0	37.3	34.5
トドマツ北海道2-182	6.1	7.5	8.5	13.0	22.1	20.8	37.8	38.5
トドマツ北海道2-183	6.3	8.4	8.6	11.0	22.1	19.9	37.7	36.0
トドマツ北海道2-184	6.3	7.5	8.7	11.0	22.2	20.3	37.3	35.1
トドマツ北海道2-185	6.6	10.1	8.7	14.0	22.1	19.9	37.5	37.2
トドマツ北海道2-186	6.7	12.0	8.8	16.0	22.1	21.6	37.4	36.7
トドマツ北海道2-187	6.4	8.9	8.6	12.0	22.2	21.3	37.2	34.3
トドマツ北海道2-188	6.5	8.6	8.8	13.0	22.2	23.0	37.6	37.3
トドマツ北海道2-189	6.2	8.2	8.5	13.0	22.1	20.8	37.0	33.2
トドマツ北海道2-190	6.2	8.3	8.6	14.0	22.2	22.3	37.5	36.3
トドマツ北海道2-191	6.2	8.3	8.6	14.0	22.1	20.3	37.5	36.9
トドマツ北海道2-192	6.3	7.8	8.7	15.0	22.2	19.5	37.6	36.5
トドマツ北海道2-193	6.2	8.5	8.6	15.0	22.1	21.6	37.3	35.2
トドマツ北海道2-194	6.3	7.9	8.5	12.0	22.2	20.8	37.5	36.0
トドマツ北海道2-195	6.5	9.0	8.7	13.0	22.1	19.0	37.7	39.7
トドマツ北海道2-196	6.3	7.1	8.6	12.0	22.1	20.8	37.7	38.7
トドマツ北海道2-197	6.3	8.6	8.7	15.0	22.2	22.3	37.8	39.2
トドマツ北海道2-198	6.2	6.9	8.5	11.0	22.1	20.0	37.5	36.0
トドマツ北海道2-199	6.2	6.5	8.5	10.0	22.0	15.5	37.7	37.6
トドマツ北海道2-200	6.2	7.1	8.5	11.0	22.1	20.4	37.6	38.8
トドマツ北海道2-201	6.3	8.4	8.6	12.0	22.2	20.6	37.8	38.0
トドマツ北海道2-202	6.4	10.4	8.6	14.0	22.1	21.1	37.5	35.9
トドマツ北海道2-203	6.3	10.3	8.5	13.0	22.1	19.1	37.5	37.3
トドマツ北海道2-204	6.3	9.0	8.5	11.0	22.2	22.4	37.4	36.0
トドマツ北海道2-205	6.5	10.4	8.7	15.0	22.1	18.9	37.2	34.5
トドマツ北海道2-206	6.5	8.8	8.7	15.0	22.1	21.1	37.6	38.7
トドマツ北海道2-207	6.6	10.6	8.9	16.0	22.2	20.9	37.8	39.0
トドマツ北海道2-208	6.3	9.5	8.5	13.0	22.2	22.4	37.5	37.7
トドマツ北海道2-209	6.6	10.8	8.6	14.0	22.1	21.6	37.6	36.9
トドマツ北海道2-210	6.5	10.6	9.0	19.0	22.2	20.9	37.3	36.2
トドマツ北海道2-211	6.5	9.9	8.9	18.0	22.2	22.5	37.4	38.0
トドマツ北海道2-212	6.1	6.7	8.5	11.0	22.2	21.0	37.6	38.1
トドマツ北海道2-213	6.4	8.0	8.8	13.0	22.1	20.6	37.6	36.8
トドマツ北海道2-214	6.3	9.5	8.7	15.0	22.1	21.0	37.6	38.1
トドマツ北海道2-215	6.2	9.2	8.4	11.0	22.2	22.1	37.6	36.3
トドマツ北海道2-216	6.6	10.6	8.7	14.0	22.1	18.1	37.5	35.2
トドマツ北海道2-217	6.4	11.7	8.6	17.0	22.2	21.6	37.5	38.8
トドマツ北海道2-218	6.4	9.2	8.5	11.0	22.2	20.8	36.8	31.2
トドマツ北海道2-219	6.5	8.9	8.7	14.0	22.2	21.9	37.5	37.0
トドマツ北海道2-220	6.4	8.1	8.8	16.0	22.1	20.6	37.0	33.7
トドマツ北海道2-221	6.2	8.4	8.5	14.0	22.1	21.0	37.2	36.1
トドマツ北海道2-222	6.2	7.4	8.7	16.0	22.2	21.6	37.5	37.9
トドマツ北海道2-223	6.2	8.1	8.5	12.0	22.2	21.5	37.7	37.8
トドマツ北海道2-224	6.4	10.1	8.6	13.0	22.2	22.5	37.7	39.4
トドマツ北海道2-225	6.5	9.4	8.7	13.0	22.1	19.3	37.3	35.6
トドマツ北海道2-226	6.1	6.7	8.6	13.0	22.1	19.9	37.4	36.4
平均値	6.3	8.6	8.6	13.1	22.1	20.8	37.5	36.5
標準偏差	0.1	1.3	0.1	2.1	0.0	1.3	0.2	1.8

表中の数値の内、左の数値は検定林平均値＋育種価、右のイタリック数値は実測値を表わす。

表-7.準次代検定林A-32におけるトドマツ優良木の特性一覧

系統名	育種価と実測値 <sup>a)</sup>			
	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	ピロディン 貫入量(mm)	1/d·f (Hz <sup>-1</sup> ·cm <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> )
トドマツ優良木-33	23.7 20.9	30.8 34.8	29.7 30.0	50.6 53.5
トドマツ優良木-34	21.2 20.4	30.3 32.2	26.7 26.0	44.5 44.4
トドマツ優良木-35	20.4 20.0	29.9 31.0	26.5 25.3	44.6 44.5
トドマツ優良木-36	21.4 20.3	30.2 32.2	28.6 29.8	45.6 46.0
トドマツ優良木-37	21.5 20.3	30.2 32.0	27.9 27.5	40.5 39.1
トドマツ優良木-38	18.6 21.5	31.4 28.4	27.1 25.8	42.8 42.7
トドマツ優良木-39	20.8 19.9	29.8 31.2	28.7 28.8	43.0 42.7
トドマツ優良木-40	21.4 20.8	30.7 32.1	29.2 30.0	46.4 46.2
トドマツ優良木-41	20.1 19.7	29.6 30.5	27.3 26.8	43.5 43.7
トドマツ優良木-42	19.6 20.0	29.9 29.8	26.1 24.3	40.1 38.4
トドマツ優良木-43	21.7 19.3	29.2 32.6	26.9 26.0	40.6 38.3
トドマツ優良木-44	21.3 18.7	28.6 32.1	27.7 27.8	42.5 41.5
トドマツ優良木-45	19.8 19.5	29.4 30.2	28.7 29.0	41.0 39.6
トドマツ優良木-46	20.2 19.7	29.6 30.8	27.9 28.3	42.4 41.9
トドマツ優良木-47	22.0 21.2	31.1 32.8	28.4 28.5	42.2 42.1
トドマツ優良木-48	18.5 21.2	31.1 28.5	28.2 28.0	39.2 37.4
トドマツ優良木-49	23.2 19.2	29.1 34.4	28.8 29.8	44.4 43.9
トドマツ優良木-50	18.2 20.6	30.5 28.3	27.8 27.5	42.5 41.6
トドマツ優良木-51	20.2 19.8	29.7 30.8	28.5 29.0	43.6 43.3
トドマツ優良木-52	21.2 20.9	30.8 31.9	29.2 29.5	46.9 48.2
平均値	20.7 20.2	30.1 31.3	28.0 27.9	43.3 42.9
標準偏差	1.4 0.7	0.7 1.8	1.0 1.7	2.7 3.8

表中の数値の内、左の数値は検定林平均値+育種価、右のイタリック数値は実測値を表わす。

表-8.カラマツ属交雑試験地におけるカラマツ第2世代候補木の特性一覧

系統名	育種価と実測値 <sup>a)</sup>			
	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹曲り (%)	ヤング係数 (GPa)
カラマツ北海道2-1	12.1 14.2	13.8 17.0	46.8 14.3	8.5 8.7
カラマツ北海道2-2	12.1 14.6	13.7 16.9	45.5 13.3	8.6 9.0
カラマツ北海道2-3	12.0 11.8	13.8 17.1	46.6 20.0	8.6 8.7
平均値	12.1 13.5	13.8 17.0	46.3 15.9	8.6 8.8
標準偏差	0.1 1.5	0.0 0.1	0.7 3.6	0.1 0.2

表中の数値の内、左の数値は検定林平均値+育種価、右のイタリック数値は実測値を表わす。

表-9.三笠遺伝資源評価林におけるグイマツ優良木の特性一覧

系統名	育種価と実測値 <sup>a)</sup>							
	樹高 (m)		胸高直径 (cm)		幹曲り (%)		ヤング係数 (GPa)	
グイマツ優良木-01	12.3	12.6	17.3	19.4	28.9	19.4	6.2	5.9
グイマツ優良木-02	12.1	12.4	19.9	15.6	28.7	15.6	5.8	4.8
グイマツ優良木-03	13.4	14.0	18.2	12.9	33.9	12.9	7.1	7.2
グイマツ優良木-04	13.2	13.5	17.9	18.8	28.1	18.8	6.8	6.5
グイマツ優良木-05	12.2	12.5	17.3	21.1	28.3	21.1	7.1	7.5
グイマツ優良木-06	13.6	13.9	21.9	10.5	28.4	10.5	6.4	6.0
グイマツ優良木-07	14.5	15.1	24.9	37.3	31.0	37.3	6.3	5.7
グイマツ優良木-08	15.2	15.8	23.0	26.2	30.2	26.2	6.5	6.2
グイマツ優良木-09	15.3	15.9	21.8	14.8	29.3	14.8	6.2	5.5
グイマツ優良木-10	14.5	15.1	22.7	28.6	30.4	28.6	6.5	6.1
グイマツ優良木-11	11.4	11.7	15.3	21.4	31.0	21.4	7.7	8.3
グイマツ優良木-12	11.6	12.2	18.0	17.1	31.2	17.1	7.1	6.6
グイマツ優良木-13	13.0	13.3	16.7	13.3	26.4	13.3	7.8	9.0
グイマツ優良木-14	12.5	13.1	16.7	13.3	26.9	13.3	6.6	5.7
グイマツ優良木-15	11.6	11.9	15.4	15.4	29.2	15.4	7.7	8.7
グイマツ優良木-16	12.3	12.6	17.8	20.6	29.7	20.6	7.0	7.3
グイマツ優良木-17	12.9	13.2	18.8	22.2	29.8	22.2	6.6	6.1
グイマツ優良木-18	13.3	13.9	22.3	17.8	30.0	17.8	6.6	6.0
グイマツ優良木-19	12.0	12.3	17.1	12.1	28.8	12.1	7.2	7.4
グイマツ優良木-20	12.8	13.1	16.5	20.7	28.3	20.7	7.0	6.7
グイマツ優良木-21	12.9	13.2	17.1	18.6	28.2	18.6	6.7	6.1
平均値	13.0	13.4	18.9	18.9	29.4	18.9	6.8	6.6
標準偏差	1.1	1.2	2.8	6.2	1.6	6.2	0.5	1.1

表中の数値の内、左の数値は検定林平均値+育種価、右のイタリック数値は実測値を表わす。

表-10.トドマツにおける準次代検定林と遺伝試験林から選抜された個体の平均育種価

検定林名	検定林種類	選抜年度	系統名	選抜個体数	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	ピロディン貫入量 (mm)	1/df (Hz <sup>-1</sup> ・cm <sup>-1</sup> 10 <sup>-6</sup> )
A-32	準次代検定林 <sup>a)</sup>	平成25年	優良木	20	3.1	0.3	-0.16	-0.9
A-33	準次代検定林 <sup>a)</sup>	平成24年	優良木	32	1.4	0.3	-0.51	-1.0
光珠内遺伝 試験林	遺伝試験林 <sup>b)</sup>	平成23年	第2世代精英 樹候補木	16	1.0	0.3	-0.92	-1.0

a) 準次代検定林は精英樹母樹自体から直接採種した個体で設定された検定林

b) 遺伝試験林は両親が精英樹の個体で設定された検定林

表-11.三笠遺伝資源評価林から選抜したグイマツ優良木と交配家系の全個体平均育種価の比較

検定林名	選抜年度	系統名	選抜個体数	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	幹材積 (m <sup>3</sup> )	幹曲り (%)	ヤング係数 (Gpa)
三笠遺伝資 源評価林	平成25年	優良木	21	2.20	5.29	0.107	-1.64	-0.32
	平成23年	精英樹等×精英樹等 <sup>a)</sup>	-	-0.73	-0.93	-0.018	-0.01	0.11

a) 交配親17クローンの内、16クローンは精英樹、1クローンは育種母材である。

## 5 引用文献

- 1) 来田和人・田村明・今博計・内山和子・秋元正信・生方正俊・黒丸亮：第2世代グイマツ精英樹の選抜，北海道の林木育種 55(2)，30-33，(2012)
- 2) 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)
- 3) 黒丸亮：サハリン南部におけるグイマツ遺伝資源の収集，林業技術研究発表大会論文集，北海道林業普及協会，110-111(1990)
- 4) 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二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)
- 5) 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)
- 6) 田村明，井城泰一：カラマツ類の非破壊の材質評価法の開発と材質への環境の影響評価，北海道の林木育種，5-9(2011)
- 7) 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)
- 8) 田村明・山田浩雄・福田陽子・矢野慶介・生方正俊・武津英太郎：グイマツ雑種F<sub>1</sub>の交配親に用いる次世代精英樹選抜の有効性，第62回日本木材学会大会研究発表要旨集，119(2012)
- 9) 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：北海道育種基本区における第二世代精英樹候補木の選抜ー平成23年度の実施結果ー，平成24年度版林木育種センター年報，26-30，(2012)
- 10) 田村明・山田浩雄・福田陽子・矢野慶介・植田守・阿部正信・竹田宣明・大城浩司・佐々木洋一・佐藤亜樹彦・織田春紀・小園勝利・渡邊謙一・来田和人・今博計：北海道育種基本区における第2世代精英樹候補木と準次代検定林からの優良木の選抜ー平成24年度の実施結果ー，平成24年度版林木育種センター年報，17-24(2014)
- 11) 日本農林規格協会：素材，オーエスピー，14pp(2001)
- 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)
- 12) Moriguchi, Y, Kita, K, Uchiyama, K, Kuromaru, M, Tsumura, Y: Enhanced hybridization rates in a *Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi* interspecific seed orchard with a single maternal clone revealed by cytoplasmic DNA markers, *Tree Genetics & Genomes*, 4, 637-645(2008)