

秋田営林局管内国有林における 林木育種事業の成果

林木育種センター東北育種場

- 指導課長 高橋光夫
- 調査指導係 千葉信隆

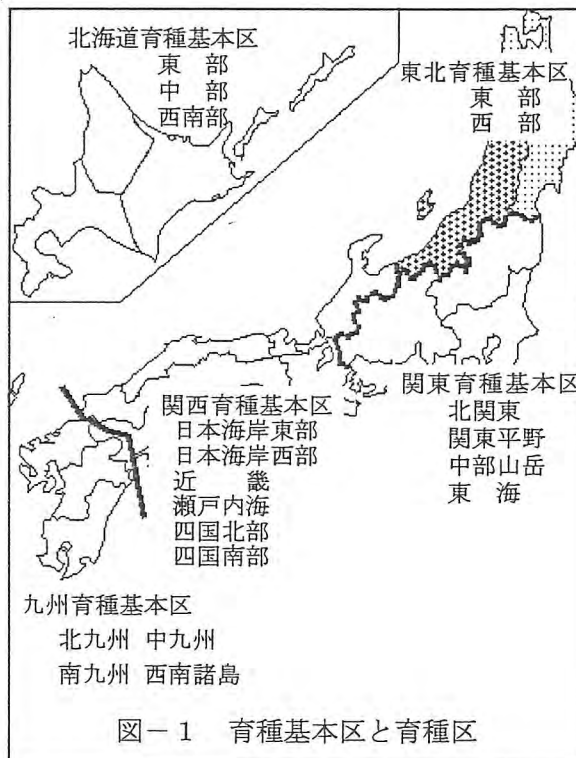
1 はじめに

我が国の林木育種事業は、戦後の拡大造林の推進に対応した優良種苗の確保を図るため、昭和32年に木材生産力の増大を主目的とした精英樹選抜育種事業に着手して以来今日までに既に40年が経過しました。この間、寒害、雪害等の気象害抵抗性育種、マツノザイセンチュウ、スギカミキリ等の病虫害抵抗性育種等それぞれの時代の要請に対応した育種事業の着実な推進が図られてきています。

林木育種事業は、森林の地域性を考慮し、全国を5つの育種基本区に区分し、当該基本区の中で環境条件をほぼ等しくする地域を分けて19の育種区が設けられ、この育種区を地域的な単位として推進しています。このうち、林木育種センター東北育種場が管轄するのは東北育種基本区の東部（青森、岩手、宮城）、西部（秋田、山形、新潟）の2つの育種区です。

東北育種基本区においては、事業推進機関相互間の役割分担として、実用化技術の開発、改良品種の創出、原種の配布、指導普及等は育種場が中心となり、精英樹等育種素材の収集、採種（穂）園、検定林の設定・管理等フィールドと密接に関連する分野については、育種場、営林局及び都道府県が緊密な連携と協力の下に効率的に実施しています。

林木の育種は、その成果を得るまでに長期を要する樹木を対象として行われること等から、森林・林業関係者や一般の方々に馴染みが薄く解りにくいという声も聞かれています。今回、秋田営林局管内国有林における林木の品種改良40年に当たり、これまでの長年にわたる事業の実施状況やその効果、民有林も含む今後の課題等について、現在までに得られた検定林等からの客観的データに基づき、秋田営林局の造林事業の大部分を占めるスギに焦点を当て、分析を試み考察をしたので報告します。今後の事業推進に何らかの参考となれば幸いです。



2 林木育種事業の取り組み状況

(1) 精英樹・気象害抵抗性候補木の選抜

秋田営林局管内国有林における精英樹・気象害抵抗性候補木の選抜状況を図-2に示しました。

木材の生産力増大と優良種苗を確保供給するため、昭和32年に精英樹選抜事業が開始され、平成8年度末現在、スギ88本、アカマツ16本、クロマツ11本、ブナ19本の精英樹が選抜されています。秋田営林局の造林動向から大半はスギが選抜されており、全体の88%を占めています。スギ精英樹は、昭和32年頃と昭和37年頃の2度にわたって集中的に選抜されています。主に前者は管内の人工林から、後者は能代、上小阿仁等の秋田県北の天然秋田スギが主体となっています。さらに、天然秋田スギについては、昭和54年から昭和56年にかけて、藤里、大館、仁別、男鹿等の地域から追加選抜が行われています。

また、昭和45年に林野庁の気象害抵抗性育種事業が開始しましたが、秋田営林局管内においては、昭和46年から平成5年にかけて雪害の激害地等からスギ雪害抵抗性候補木が125本選出され、現在抵抗性の検定作業が続いています。この候補木には本格事業に先だって昭和38年に選抜した10本の雪害抵抗性候補木が含まれていますが、これによる技術開発が国の気象害抵抗性育種事業の事業化に先導的な役割を果たしました。

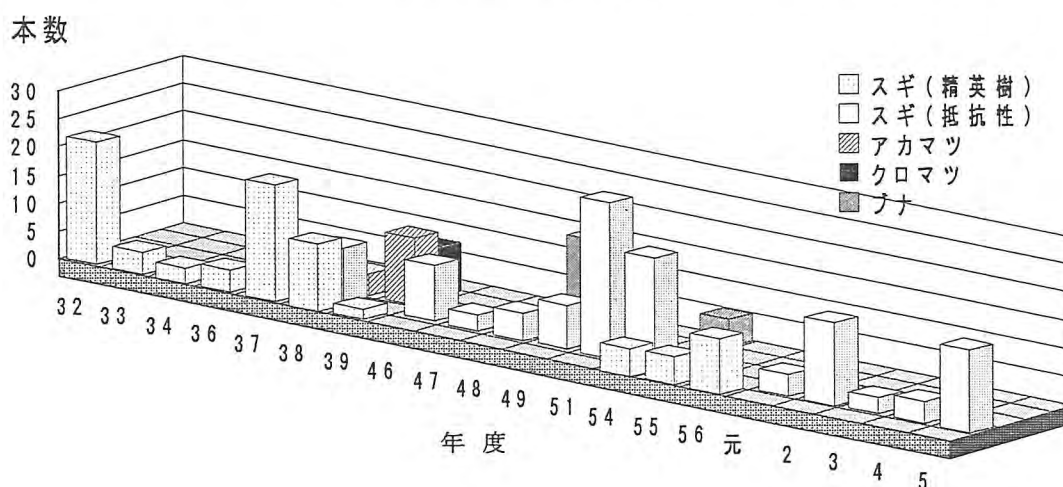


図-2 精英樹・気象害抵抗性候補木の選抜状況

(2) 採種穂園の造成

選抜された精英樹等は、遺伝的素質を受け継ぐように、さし木、つぎ木等の技術によりクローン増殖を行い、秋田営林局管内国有林の造林に必要な種子等供給源として、採種園、採穂園の造成が行われました。採種園、採穂園の設定推移と現況を図-3、図-4に示しました。

採種園は昭和40年に当時の早口営林署に1箇所1.49ha造成されたのが最初で、

その後平成元年までに18箇所48.08 ha設定されており、初期に設定されたものは既に30年以上を経過しています。採種園の種類別内訳は、精英樹採種園15箇所40.55 ha 雪害抵抗性採種園3箇所7.54 haとなっています。

また、採種園の平成8年度末現在の設定現況は、苗畑等の廃止等に伴って13箇所33.21 haとなっており、その内訳は、精英樹採種園10箇所25.67 ha 雪害抵抗性採種園3箇所7.54 haとなっています。

採種園については、昭和34年鷹巣、村山営林署に各1箇所0.63 ha、0.46 ha設定されたのが最初で、その後昭和46年までの間に8箇所3.68 haが設定されました。平成8年度末現在の設定現況は3箇所2.58 haとなっています。

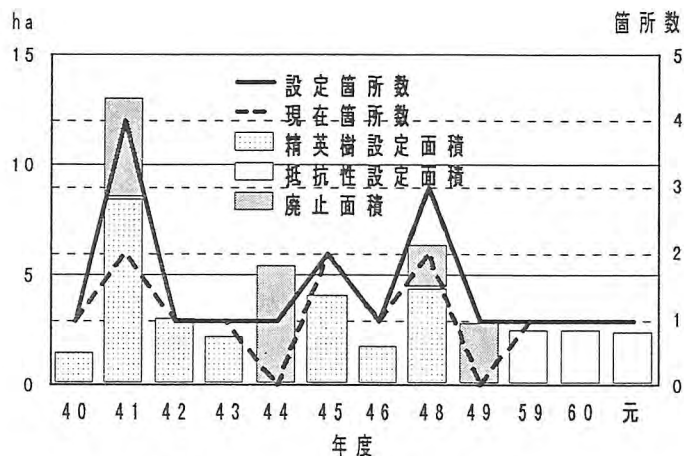


図-3 採種園の設定推移及び現況

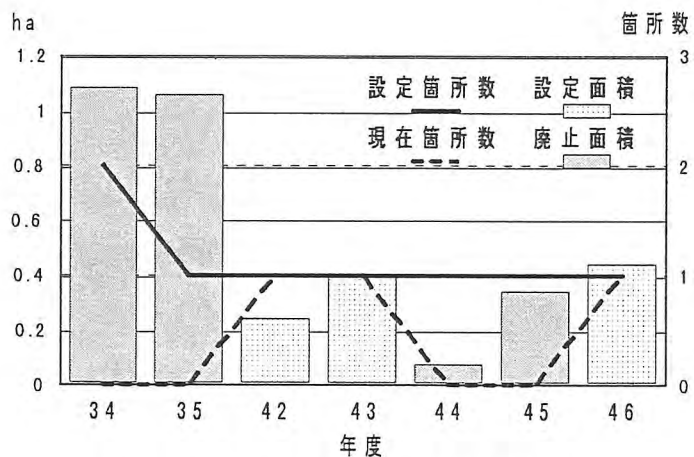


図-4 採種園の設定推移及び現況

(3) 検定林の設定と現況

検定林は、林木育種事業において選抜された精英樹や抵抗性候補木等の育種母材料が遺伝的に優れているかどうかを、現地で検証することを目的としています。

検定林は次の区分に大別されます。

- ① 次代検定林 : 精英樹で構成され成長等の優良なものを目標
- ② 抵抗性検定林 : 気象害に強い母材で構成され秋田営林局管内は雪害回避を目標
- ③ 試植検定林 : 外国からの導入の樹種や各地方の在来のものから優良種を見出すことを目標

これまで設定された検定林の状況を図-5に示しました。

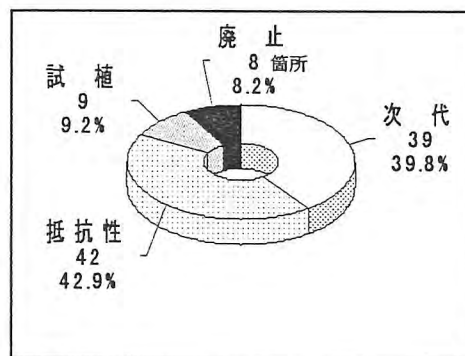
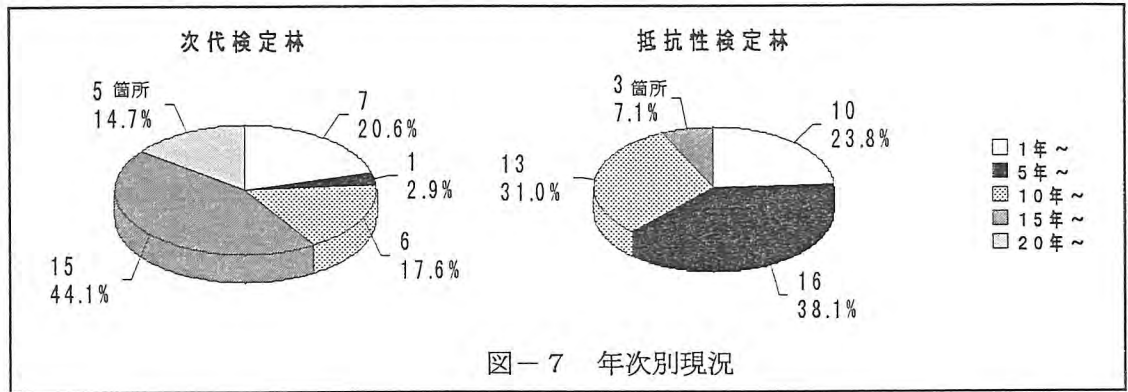
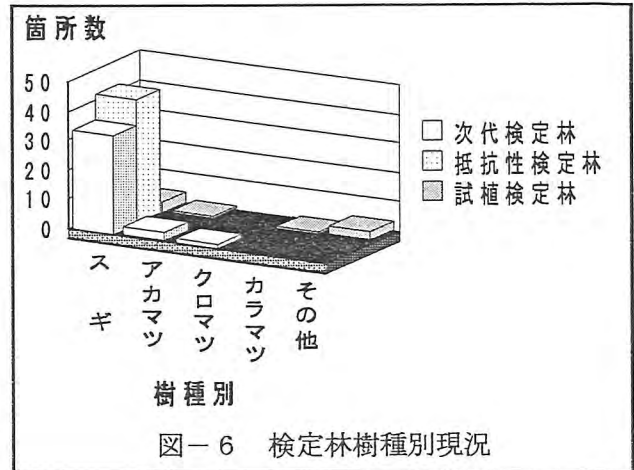


図-5 検定林設定現況

秋田営林局管内では、次代検定林は昭和48年に設定が開始され現在39箇所、抵抗性

検定林は同56年から42箇所、試植検定林は同36年から9箇所となっています。次代検定林が39.8%、抵抗性検定林が42.9%と両方で80%以上を占め、成長量と雪害の対策に重点が置かれていることが判かります。樹種別現況の図-6では、スギが全体割合の約90%を占め、圧倒的にスギの重要性が高いことを現しています。その重要度の高いスギ次代・抵抗性の両検定林について、5年次階ごとに設定状況を図-7に示しましたが、次代検定林は20年生以下、抵抗性検定林は15年生以下の林分が多いため、今後引き続き継続的な調査が必要です。



3 林木育種事業の成果

(1) 育種種苗の生産と普及

育種種子と育種穂木の生産推移を図-8に示しました。

秋田営林局国有林内の種子生産のうち育種種子は、昭和47年度から生産が開始されました。当初、育種種子は全体の2%にすぎなかったものが、昭和55年度には全体の80%を占め、昭和58年に至ってその全量が育種種子で賄われることとなりました。なお、採穂園からの穂木の生産については管内苗畑の厳しい気象条件等からさし木発根

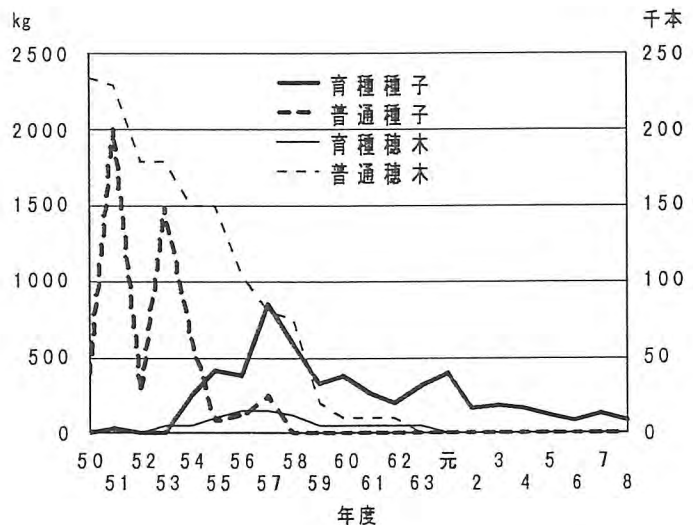


図-8 育種種子・穂木の生産推移

率が悪く、事業的な規模での普及にはコスト面等で問題があることなどから、採種園方式によって造林量に見合う種子生産を行うこととされ、平成元年度以降生産が休止している状況となっています。

採種園・採穂園により生産増殖された育種苗木の山行き苗木生産量と造林の推移を図-9に示しました。

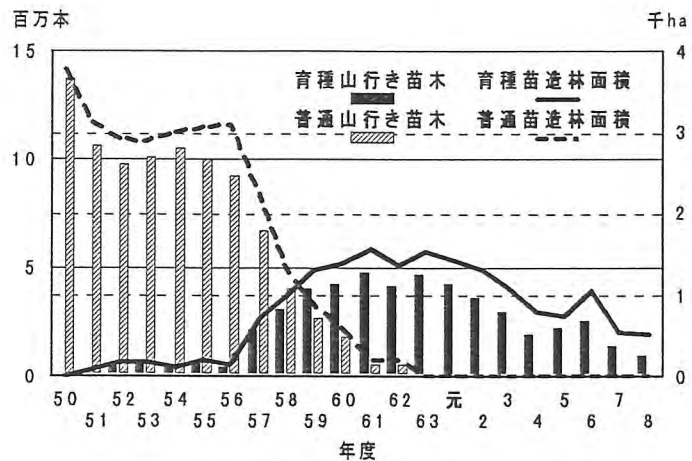


図-9 育種山行き苗木生産量・造林推移

育種山行き苗木は、昭和50

年に至って、初めて管内の苗畑において生産され山出しされました。当時の山行き苗木の全体生産量は約1,375万本であり、全体生産量に占める育種山行き苗木の割合は0.5%に過ぎませんでした。その後、採種園を構成する採種木の成熟等につれて、育種苗生産は増加の一途をたどり、昭和59年に育種苗生産量が全体の約60%を占めて逆転し、平成元年以降は全ての造林用山行き苗木が育種苗によって賄われています。

育種苗による造林は、当然のことながら育種苗が山出しされた昭和50年にスタートしました。当時は育種苗による造林が23haと、全体の僅か0.6%に過ぎませんでした。育種山行き苗木生産と同様、昭和59年に育種苗造林の割合が約60%にまで普及し、平成元年に至って、秋田営林局管内1,420haの造林の全てが育種苗によって賄われ、以後今日まで育種苗造林100%の時代が続いています。

(2) 検定林から見た育種の効果

検定林は設定後5年間隔で、精英樹や抵抗性の系統ごとに樹高、胸高直径の成長量、さらに秋田営林局の場合は特に根元曲がりの定期調査を実行しています。これらの成果については、これまでに5年次の精英樹特性表の作成や各種情報提供等を行い、現在10年次のデータに基づく精英樹特性表についても取りまとめ公表することとして鋭意取り組んでいます。

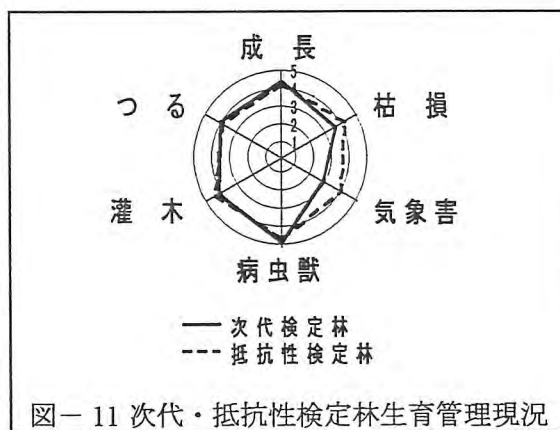
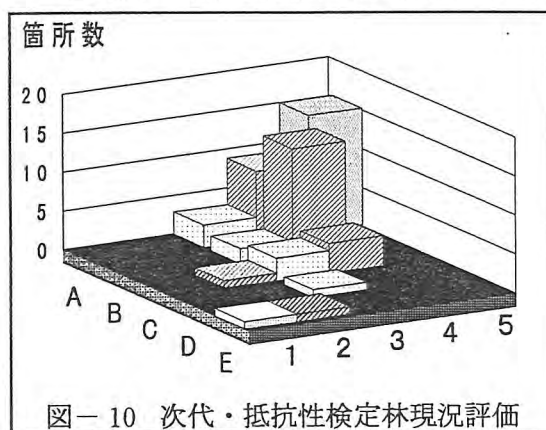
データの精度、管理状況等検定林の全容を示す尺度として表-1に基づき定期調査時に現況評価も併せて実施しています。次代検定林26箇所、抵抗性検定林28箇所計54箇所の結果を図-10に示しました。定期調査及びこれの解析を行う場合、調査木の個体追跡や系統ごとの調査をする必要がありますが、これが可能かどうかを示す調査対応区分では上位記号のAとBで79.6%を占め、また、成長や根元曲がり、保育の状況を表す成育管理区分では上位指数の5と4の割合が77.8%であり、秋田営林局管内の検定林はほぼ良好に保たれています。

また、次代検定林と抵抗性検定林の設定後の特徴の違いを図-11に示しました。次代検定林の目的である成長と抵抗性検定林の目的の気象害を比較すると、前者は成長が4.4気象害が2.8、後者は成長が4.2気象害が4.0となっています。次代検定林の成

表-1 現況評価の内容

調査対応					成育管理					
区分	基準	対応の状態			区分	基準				
		個 体	プロット	ブロック						
A	全プロットの個体対応調査可能	○	○	○	5	病虫害害、気象害等の影響がなく、管理状況もよく成育も特によい				
B	一部の個体調査が不能、プロット単位の調査は可能	△	○	○	4	病虫害害、気象害等の影響が一部にあるが、管理状況がよく成育が全体的に良				
C	一部のプロット調査が不能、ブロック別の評価は可能	×	△	○	3	病虫害害、気象害等の影響があるが、適切な管理で今後が回復の見込みある				
D	ブロック別の評価が不能、検定林全体の評価は可能	×	×	△	2	病虫害害、気象害等の影響や管理の遅れで成育不良があるが、今後の管理で一部回復の見込みある				
E	検定林全体の評価が不能、維持することが不可能	×	×	×	1	病虫害害、気象害等の影響や管理の遅れで枯損が多く、成育も不良で、今後回復の見込みない				
区分	項目	基準			5	4	3	2	1	
成 育	成 長	5年次は平均樹高を各地域の同齡林分等と比較、10年次以降は、上層木の平均樹高等を収獲予想表等と比較評価			良 (115%以上)	やや良 (114~105)	普通 (104~95)	やや悪い (94~85)	悪い (85未満)	
	枯 損	5年次は全本数における枯損度合を、10年次以降は上層木の枯損度合を評価			ほとんどない	局部的にある	あるが全域的に影響が少ない	やや全域的に影響がある	全域に枯損が多い	
被 害	気象害	凍害、雪害等の被害状況を評価			ほとんどない	局部的にある	あるが影響が少ない	やや全域的にある	全域で被害がある	
	病虫害害	各種の被害状況を評価、重複被害は被害度合の大きい指数から更に1ランク下げる			ほとんどない	局部的にある	あるが影響が少ない	やや全域的にある	全域で被害が大きい	
管 理	灌木等	異植樹の侵入等の状況、影響を評価			ほとんどない	局部的にある	あるが影響が少ない	やや成育に影響がある	造林木への被圧が大きい	
	つる	つるによる被害状況を評価			ない	ほとんどない	一部にあるが影響が少ない	やや成育に影響がある	造林木への被害が大きい	

注) 凡例 対応 ○:全部可 △:一部可 ×:不可



長はかなり良く、さらに気象害による枯損等の因子が取り除かれるならば、成長に対してはまだかなりの潜在能力があると言え、精英樹は樹齢50年前後において生長を重視した選抜が行われたことを裏付けています。

一方、抵抗性検定林の気象害では、検定地の設定を多雪等の被害地帯を条件としているにもかかわらず、良好な成績を示しており、抵抗性候補木としての選抜効果が出ていると考えられます。しかしこれの成長については、20年前後の若齢時に選抜しているものも多いことから今後引き続き調査検討を加える必要があります。

① 次代検定林からの成果

検定林の設定されている地域は広範囲であるため、検定林間や収穫予想表との成長量単純比較では地域による成育の差が現れます。そのため比較対照としてその地域の在来のものを同時に植栽調査しています。

次代検定林の精英樹集団と比較対照及び収穫予想表の成長量の結果を表-2に示しました。

表-2 次代検定林と収穫予想表による生長量比較

種別	調査 年次	樹高				胸高直径				材積		
		検定 林数	単木当 たり 平均	年生 長量	収穫予 想表比	検定 林数	単木当 たり 平均	年生 長量	収穫予 想表比	検定 林数	単木当 たり 平均	収穫予 想表比
* 精英樹	5	箇所 24	$\frac{1.81}{2.95\sim 1.21}$ m	36 cm	— %	箇所 —	— cm	— cm	— %	箇所 —	— m ³	— %
	10	23	$\frac{4.02}{6.03\sim 2.67}$	40	114	24	$\frac{5.66}{9.73\sim 2.70}$	0.57	110	23	0.0066	123
	15	8	$\frac{6.26}{7.11\sim 4.43}$	42	126 (114)	8	$\frac{9.99}{12.53\sim 8.02}$	0.67	133 (106)	8	0.0313	191 (120)
* 対照木	5	24	$\frac{1.77}{3.00\sim 1.24}$	35	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	23	$\frac{3.66}{6.13\sim 2.33}$	37	104	24	$\frac{5.02}{9.49\sim 2.12}$	0.50	97	23	0.0053	99
	15	6	$\frac{5.53}{7.06\sim 4.55}$	37	111	6	$\frac{9.50}{11.35\sim 8.10}$	0.63	126	6	0.0260	159
** 収 穫 予 想 表	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	—	$\frac{3.52}{4.40\sim 2.50}$	35	—	—	$\frac{5.15}{7.10\sim 3.90}$	0.52	—	—	0.0054	—
	15	—	$\frac{4.98}{6.00\sim 3.90}$	33	—	—	$\frac{7.54}{10.10\sim 5.10}$	0.50	—	—	0.0164	—

注) *精英樹、対照は標準偏差による上位10%を棄却して下方に修正
 **その地域の最上位値をしよう、10年次は曲線により推定
 () 書きは対照木との比較

秋田営林局管内の次代検定林に植栽されている精英樹は、15年次において樹高6.26m、胸高直径9.99cm、単木材積0.0313m³となり、同一の次代検定林に植栽されている在来種の対照木と比較した場合、樹高で114%、胸高直径で106%、材積で120%と精英樹の成長が大きく上回っており選抜効果が現れています。また、精英樹と次代検定林が所在する地域の収穫予想表から算出された数値(最上位値)との比較では、樹高で126%、胸高直径で133%、材積で191%となり、育種苗造林では、在来種苗による造林と比較し、大幅な収量アップが見込めそうです。なお、次代検定林のこれらの結果は、東北のアカマツ、関西のスギや関東のヒノキ次代検定林の解析結果ともほぼ一致しています。

ところで、「精英樹は成長が良いので目荒らが心配だ」という声が聞かれますが、15年次における次代検定林の単木当たりの平均胸高直径は9.99cm、年平均生長量は0.67cmであり、年輪幅に換算すると年平均生長量の2分の1の3mm程度となり、精英樹は初期成長が良いことも考慮すればさほど問題はないと考えられます。また、材質育種の面からも、材の強度と年輪幅の関係について解明されつつあり、材質の強度は樹高や胸

高直径の成長因子よりも、品種系統による遺伝的要因の方が大きいことが判ってきています。さらに、年輪幅は、除間伐等森林の取り扱いによっても影響を受けることがこれまでの次代検定林の調査結果から明らかとなっています。

生産力増大を目的とした林木育種事業の成果も、次代検定林から明らかにされて来ており、施業方法によっては、早期間伐材生産や伐期年数の短縮、長伐期大径材の生産等も可能となってきます。秋田営林局管内は、次代検定林と同じ育種苗によって造林が実施されており、ここ数年後には間伐時期を迎えることとなり、今後、精英樹造林材料の能力を更に高めていくためにも、適切な森林管理が必要と考えられます。

② 抵抗性検定林からの成果

秋田営林局管内の造林においては、雪害回避が重要な問題となっていますが、雪害に対する抵抗性の調査も進んでおり、成果も着々と出されています。

気象害抵抗性育種事業で選出された候補木の中で、検定の結果、根元曲がり特に少なく成長も優れた2個体が、種苗法に基づく品種「出羽の雪1号」、「出羽の雪2号」として登録され、普及の段階に入っています。秋田営林局管内には、すでに抵抗性検定林や育種センサー林の中に植栽され環境適応性等継続した調査が行われています。小国営林署管内に設定した育種センサー林における新品種さし木苗とスギ精英樹採種園産オープン実生苗の5年生時の成績を表-3に示しました。樹高と幹折れ被害については、明らかな差は見られませんが、根元曲がり（傾幹幅）の程度は新品種が格段に優れていることが認められ

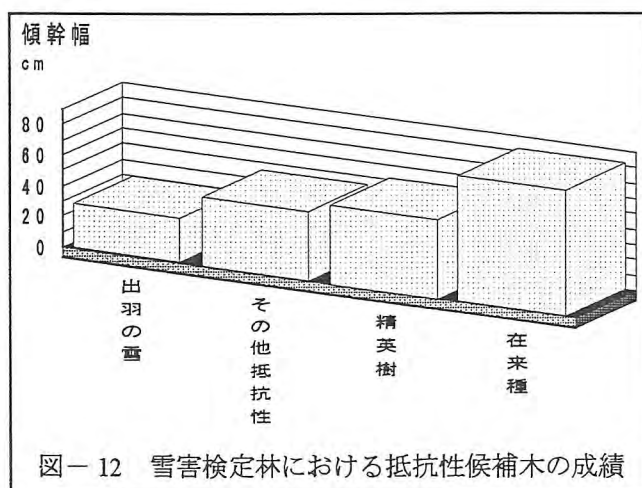
表-3 育種センサー林における新品種の成績

形 質		出羽の雪1号 (さし木)	出羽の雪2号 (さし木)	精英樹OP (実生)
樹 高 (m)	平 均	2.60	2.57	2.66
	最 高	3.30	3.20	3.70
	最 低	1.50	1.90	1.40
	標準偏差	0.44	0.34	0.61
傾 幹 幅 (cm)	平 均	14.31	8.37	44.50
	最 高	35.00	25.00	75.00
	最 低	5.00	3.00	25.00
	標準偏差	9.01	5.25	12.03
幹折れ (%)	平 均	0.00	6.70	5.00

ました。

また、村山営林署管内雪害抵抗性検定林における新品種、新品種以外の抵抗性、精英樹及び在来品種の間における根元曲がり被害の状況を図-12に示しました。

登録品種の根元曲がりに対する抵抗性は格段に優れており、抵抗性事業で選抜されたものも精英樹と在来に比較すると、抵抗性の選抜効果が現れており、さらにこの中には幾つ



かのかかなり有望な抵抗性を有する個体も確認されています。

さらに、山形営林署管内の検定林で、抵抗性と精英樹ごとに比較調査した結果を図-13に示しました。雪害率は幹折れ、割れ、回復不能の倒れ等致命的な被害形態を表したものです。抵抗性群の平均は24.6%、精英樹群は平均39.9%であり、抵抗性群の選抜効果が認められています。

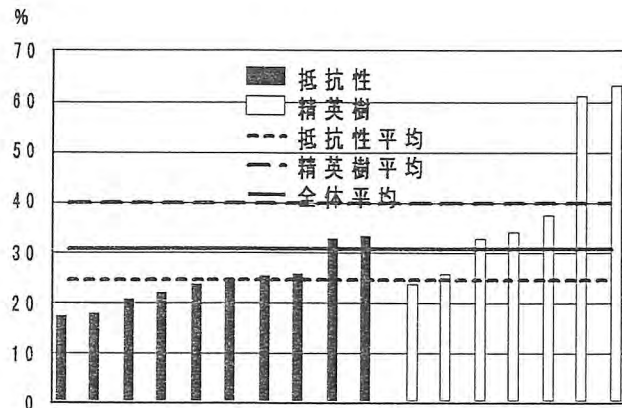


図-13 精英樹と抵抗性候補木の雪害比較

このように抵抗性候補木の選抜効果が次第に明らかとなっており、今後の一層の進展が期待できる状況となっています。

4 今後の課題

(1) 精英樹等特性評価の推進と活用

東北育種場には、現在までにスギ精英樹等の特性に関する一千万点の検定林等のデータがストックされています。これら貴重なデータの解析を積極的に推進し、成長、材質、各種抵抗性、種子生産力等の諸特性について評価を行い、「精英樹特性表」として取りまとめ、公表することにより、育種事業実施機関、森林所有者等の森林整備に対する取り組みの実践的手段としての品種選択等に活用いただけるよう、取り組みを強化したいと考えています。

(2) 育種種苗生産基盤の高度化

東北育種基本区における既設の採種園は、古いもので約30年を経過し、一部採種園については、採種木の劣化、種子生産力の低下等の問題が顕在化しつつあり、既設の採種園を新たな採種園に置き換える必要が生じてきています。この場合、今後の森林資源の整備は、小面積、非皆伐、再造林の時代に向かい、森林経営者等の志向も、林木の成長のみならず、材質等質的形質、根元曲がり等の雪害、スギカミキリ等の病虫害に対する抵抗性等や複層林の形成を容易にする高耐陰性等に対し、複合的に遺伝的素質の優れた品種からなる種苗の供給を期待する方向に向かっていることを十分踏まえる必要があると考えます。

現在、検定林データ等から精英樹等の諸特性が次第に解明されつつあることは先に述べましたが、これらの成果を活用し、採種園のクローン構成や森林整備の目標に応じたミニチュアタイプの採種園等造成方法の工夫などによって、森林経営者等の多様なニーズに応え得るより優れた育種種苗生産基盤の整備に取り組む必要があります。

(3) 育種集団林の造成による次世代精英樹の選抜

林木育種事業においてこれまで育成した品種は、採種(穂)園を単位とした第1世代の集団品種です。第1世代の育種では、選抜育種を基本に、人工林、天然林から選抜された精英樹等の育種素材を用いて、成長、抵抗性等の単一特性の優れた品種の育成に取り組んできました。

第2世代の育種においては、我が国の新たな森林整備の方向や森林経営者等の多様化、

高度化した森林整備への取り組み等に適切に対応するため、第1世代品種に比べ単一特性の一段と優れた品種いわばスーパー精英樹や成長と材質、成長と抵抗性等複数の特性を合わせ持つ品種いわばマルチ精英樹ともいうべき品種の創出が大きな課題となっています。このためには、検定林データ等から得られた優れた遺伝的特性を有する品種間の人工交雑の推進を図るとともに、これらの人工交雑苗木を用いて、次世代品種選抜の母体となる育種集団林の造成を行う事業に本格的に取り組む必要があります。

5 おわりに

日本の林木育種事業が組織的に運営されて40年を経過しました。林木の育種は農作物、家畜とは異なり、成熟に長い年月を要する樹木を対象とすることから、地味で、陽当たりの少ないそして極めて息の長い事業と言っても過言ではありません。

このような中で、これまで秋田営林局と林木育種センター東北育種場が相互に密接な連携を取り、役割分担をしながら粘り強く推進してきた結果、秋田営林局管内国有林の造林事業に要する苗木の全量が育種種子で賄われ、これまでに約17,500haの育種苗造林地が造成されました。育種種苗が造林事業の源を担う時代となっており、秋田営林局のこれまでの林木育種事業の取り組みに対し、心から敬意を表したいと思います。

昨年「温暖化防止京都会議」が開催され、二酸化炭素の吸収・固定等に対する森林の評価が熱心に論議されましたように、国際社会は、地球環境問題に対応する持続可能な森林経営の実現を追求しています。これらの国際的課題に的確に対応するために、林木の育種は必須の技術的分野となっており、幅広い視点からの組織的、体系的、継続的な取り組みが要請されています。

林木の育種はエンドレスです。これまでと同様、林木育種事業関係機関、関係者が手を携え、21世紀の緑づくりを担う主役としての地位を不動のものとする一層の取り組みを願っています。