

九州育種基本区における育種区と育種目標

田 島 正 啓⁽¹⁾

Masahiro TAJIMA : Breeding districts and objectives in Kyusyu breeding region

要旨：九州育種基本区は4育種区に区分されている。北九州育種区の一部の地域と、中九州および南九州育種区は在来品種嗜好性が非常に強い地域である。南西島育種区はイヌマキとリュウキュウマツのみが育種対象となっている。このように特徴的な本育種基本区において交雑育種を進める場合、次代の血縁管理の面から、スギは母材となる精英樹と在来品種の類縁関係を考慮する必要がある。育種目標はスギの場合、単一目標として成長、通直、心材色を、ヒノキの場合は成長、通直、枝径を、そして複合目標は両樹種ともこれらの間の組合せを考えている。更に病虫害関係ではクロマツとアカマツを対象としたマツノザイセンチュウ抵抗性を計画している。既設定交雑試験林等の調査結果から、これらの形質の遺伝率は相当高いことが示唆されている。

I は じ め に

九州地方は周知のように古くからスギのさし木造林が行われ、品種分化が起こっており、各地でさし木品種が育成されている。主な品種でも60以上あると言われている。

さし木由来の精英樹集団は、みしょう造林地帯から選抜された集団に較べると、その遺伝変異ははるかに狭い。従って、今後何世代にもわたって系統的に精英樹の選抜を行い、育種成果を上げて行くためには交雑により選抜母体となるみしょう林分、すなわち育種集団林を造成する必要がある。

育種集団林の具備すべき点は次のとおりである。

- ① 将来の血縁関係が明確であること。そのためには両親の血統が明かなみしょう集団でなければならない。
- ② 個体選抜の際、十分な選抜差が得られること。また、母体の特性が明確であり、組合せ当りの本数が十分あること。
- ③ 将来の造成予想地の環境層化を行い、それぞれの地域を補うだけの母体数があること。

このような条件を満たすためには、九州育種基本区のさし木由来スギ精英樹と在来品種との類縁関係を明らかにしなければ、次代の血縁関係の維持・管理が困難である。また、さし木由来精英樹は、該当するさし木品種のこれまでの造林・収穫実績から明らかな諸特性を十分に利用することが出来る。更に、その分布から適応性もある程度予測可能である。

九州育種基本区における交雑計画は、これまでの次代検定やクローン集植所から得られた精英樹クローンの特性を基本として、スギに関しては類縁関係を明かにし、在来品種の優れた点は精英樹に取り入れるような交配計画を立てるべきである。ヒノキに関しては選抜精英樹本数が少ないので、各育種区の取り扱いが問題になる。またマツ類に関してはマツノザイセンチュウ抵抗性は避けて通れない問題であろう。

(1) 九州林木育種場

II これまでの成果

当育種基本区では、特性が明らかな幾つかのスギ、ヒノキ精英樹クローンを用いて1971年から人工交雑を進めてきた。Table 1はその一覧表である。ただしこの時点では育種区と選抜母材料の関係はそれ程配慮されていない。また交配様式も不完全ダイアル交配あるいは要因交配のいずれかである。これらの試験林は

Table 1. 九州育種基本区における既設定交雑試験林
Crossing progenies plantations established in Kyusyu
breeding region

スギ Sugi		ヒノキ Hinoki
精英樹 Plus trees 目標 Objectives	複合形質 Multiple 目標 Objectives	精英樹 Plus trees 目標 Objectives
成長 Growth	成長 × スギタマバエ Growth × Needle gall nidge	成長 (4) Growth
心材色 Heartwood color	成長 × 心材色 (4) Growth × Heartwood color	
耐凍 Cold resistance	成長 × 通直 (5) Growth × Straightness 心材色 × 通直 Heartwood color × Straightness 成長 × 枝細 Growth × small branch	

() 内数値はカ所数

The values in parenthesis indicate the place numbers.

既に15年生以上に達しているものがある。

交雑を行う場合、目標形質が次代にどの程度遺伝するかが大きな問題である。設定された幾つかの試験林についてこれまで成長を主体とした解析が行われて来た。それらの結果によれば、戸田・松永¹³⁾はヒノキの10年生の樹高の胸高直径の遺伝率はそれぞれ0.39と0.05であり、一般組合せ能力および特定組合せ能力に大きな違いが有ることを報告している。岸・原田³⁾は6年生と7年生のヤブクグリ系精英樹の根曲がりに関する広義の遺伝力を調べ、それぞれ0.22と0.44とかなり高いことを明らかにしている。更に西村¹⁰⁾は、根曲がり極めて小さいクローンの10年生時の子供群は雌親、雄親のいずれに用いても、根曲がりする交配親の子供群に比べて根曲がりは小さいかあるいは少ない傾向があること、心材色は母親の評点の高い(淡紅色～鮮紅色)子供群に高い評点の頻度が高いことからこれらの育種目標の遺伝率は相当高いことを示唆している。また明石ら¹¹⁾によると、ヒノキの枝の数と太さに関する広義の遺伝率はそれぞれ0.58と0.28であったことを報告している。更に、病虫害に関してマツノザイセンチュウ抵抗性の遺伝性は、古越・佐々木²⁾、戸田ら^{14),15)}が人工交配によるクロマツに対するタイワンアカマツおよび邦産アカマツの抵抗性の導入試験を行い、非常に高い割合で交雑による抵抗性子供群の創出が可能であることを明らかにしている。

このような結果から推測して、成長、通直、心材色、枝径およびマツノザイセンチュウ抵抗性との目標形質の改良効果は非常に高いことが予測される。

III 育種区の特徴

4 育種区の中で南西島育種区は鹿児島県奄美大島以南の沖縄本島を中心とする島々であり、樹種も亜熱帯樹種が中心である。従って気候、土壌および対象樹種が他の3つの育種区とは著しく異っている。現在の育種区の設定に関しては、戸田¹²⁾が詳細に記述しているのでここでは説明を省く。

各育種区の特徴を見ると、北九州育種区の福岡県八女地方はホンスギ系を中心とした古くからの林業地帯で、在来品種が最も定着した地域である。反面、育種苗が普及しにくい地域でもある。この外の福岡県の地方と佐賀県および長崎県全域は一般にみしょう造林地帯である。中九州育種区は日田地方、阿蘇地方を中心としてヤブクグリ系、アヤスギ系の在来品種が定着している。南九州育種区は熊本県南部から鹿児島県にかけてメアサ系のスギが、宮崎県飫肥地方はオビスギ系が定着したさし木造林地帯である。また、宮崎県鬼の目山と屋久島には天然スギが分布している。南西島育種区はリュウキュウマツとイヌマキが育種対象樹種である。しかし、リュウキュウマツはマツノザイセンチュウとの関係から現在取り扱われていない。

各育種区におけるスギ、ヒノキを中心としたここ数年間の新植面積割合をTable 2 に示した。Table 2 から新植面積は全般に減少傾向にあることが分かる。これを樹種別に見るとスギは明らかに減少傾向にあり、逆にヒノキは増加傾向にある。更にこれを育種区別に見ると、北九州育種区のヒノキの新植面積は1988年現在全体に占める割合は約68%で、増加傾向にある。中九州育種区のヒノキも同様に増加傾向にあり、全体に占める割合は約52%に達している。また、同区におけるクヌギ・コナラの占める割合は約27%である。南九州育種区ではスギの新植は減少傾向にあるものの、その割合は約44%で、他の育種区に比べて高い。ヒノキの占める割合は20%前後で、北九州と中九州の2育種区に比べるとその割合は半数以下である。逆に、クヌ

Table 2. 育種区別にみた新植面積と樹種別割合

Planting area and their percentage per species in breeding districts

育種区 Breeding districts	新植全面積 (ha) Planting area (ha)				スギ Sugi				ヒノキ Hinoki				クヌギ・コナラ Red oak, White oak				その他 Broad leaves, etc.			
	'85	'86	'87	'88	'85	'86	'87	'88	'85	'86	'87	'88	'85	'86	'87	'88	'85	'86	'87	'88
北九州 Kita Kyusyu	1,621	1,556	1,621	1,552	23.3	21.8	21.2	19.1	59.2	59.7	65.4	67.6	15.9	8.7	1.9	9.5	0.4	8.6	1.2	2.3
中九州 Naka Kyusyu	3,663	3,176	3,166	3,398	27.3	21.2	23.1	20.9	39.9	35.7	38.9	51.6	32.8	42.9	12.5	26.6	0.0	0.2	0.2	0.8
南九州 Minami Kyusyu	4,102	3,785	3,140	2,895	76.8	42.9	33.4	44.1	15.1	13.3	16.4	21.5	37.7	40.6	14.9	31.0	0.2	2.9	4.5	3.0
南西島 Manseitoo	0	63	5	48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.8	0.0	62.5
営林局 Regional	2,269	1,826	1,687	1,749	47.9	45.2	34.4	32.0	51.3	51.2	61.5	63.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	3.1	4.1
計	11,646	11,343	9,614	9,558	37.6	33.5	28.1	29.6	36.1	33.8	40.0	47.4	25.8	29.4	29.2	20.3	0.1	2.8	2.3	2.3

林木育種事業統計参照。営林局のものは育種区に区分不可

Refer to the statistic note of breeding business.

The values of Regional Forest Office could not be divided into four breeding districts.

ギ・コナラの占める割合は31%と他の育種区に比べて高い。南西島育種区の新植面積は極めて少なく、イヌマキとその他の広葉樹が主体である。国有林においては南西島育種区を除く3育種区と同様にスギの新植面積の割合は減少し、逆にヒノキは増加傾向にある。しかし全新植面積の95%以上がスギとヒノキで占められている。

さて、現在の育種区の区域分けが妥当かどうか論議を呼ぶところである。九州育種基本区では林木の生育状況から育種区を実証的に示す目的で、1965年から10か年計画で九州本土の12%の地域に計39か所の地域差

定林が設定された。12の地域区分は、1954年、大学、国、県の造林、土壌、経営および育種関係者により論議され、区分されたものである。

12地域には、各地で選抜されたさし木とみしょう由来の精英樹12クローンを共通クローンとし、3回反復で、1プロット50本植栽の3つの検定林がそれぞれ設定されている。これらの検定林は5年生時、10年生時そして15年生時の調査が終わり現在解析を進めている。西村^{7,8)}により5年生時、10年生時の樹高の解析が一部行われている。5年生時データによる分散分析の結果をTable 3に示した。これらによると、地域内検定林、クローン、そして地域内検定林とクローンの交互作用にそれぞれ有意差が認められ、地域および地域と

Table 3. 分散分析表
Analysis of variance

要 因 Factors	自由度 d.f	平方和 S.S	平均平方 M.S	分散比 F
地 域 Regions (R)	10	731,364	73,136.4	1.074 ^{N.S}
地域内検定林 Plantation within region (P.W)	22	1,497,663	68,075.6	(16.427) **
一次誤差 First error	66	155,136	2,350.5	2.194 **
クローン Clones (C)	10	626,946	62,694.6	58.522 **
地域 × クローン (R) × (C)	100	126,342	1,263.5	1,179 ^{N.S}
地域内検定林 × ク ローン (P.W) × (C)	220	235,689	1,071.3	1.483 **
二次誤差 Second error	660	476,767	722.4	
全 体	1,088	3,849,909		

西村 (1981) より、注：() 内の分散比は別に求めた。

Refer to Nishimura (1981).

Note : F-values in parenthesis was calculated separately.

クローンの交互作用には有意差は認められていない。育種区の区分はクローンと地域内検定林の交互作用に較べて、地域とクローンの交互作用の方が大きい場合にうまく区分出来るはずである。Fig. 1 は12クローンを込みにして求めた地域間相関値の5年生時と10年生時の相関図である。同一地域で各クローンの5年生時、10年生時の成長がある程度均一であれば、図中の対角線を中心に分布するはずである。しかし結果はかなりバラツキが認められる。すなわち植栽後5年生時や10年生時程度では基岩、気候と言うマクロ的な影響よりも、個々の検定林の土壌肥沃度や水分等のミクロ的な影響の方が大きく、更に各クローンの成長の早晚性なども考えられるので、現データに基づいて地域区分を行うには時期尚早であり、少なくとも15年生あるいはそれ以上の高樹齢にならないと、マクロ的な地域区分は難しいと考えられる。

IV 選抜本数と使用クローン

九州育種基本区における交雑育種対象樹種はスギ、ヒノキおよびマツノザイセンチュウ抵抗性個性のアカマツ、クロマツを計画している。従って、南西島育種区を除く3つの育種区から選抜された精英樹が交雑母材料となる。

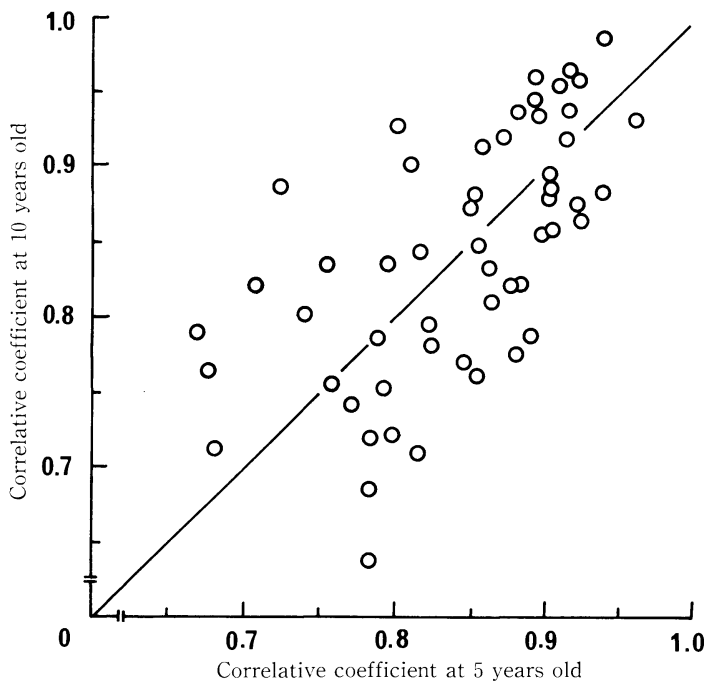


Fig. 1. 5年目と10年目の地域間の相関
Correlative coefficient among the regions between
5 and 10 years old.

Table 4. 育種区別精英樹選抜本数
Number of plus trees selected in four breeding districts

育種区／樹種 Breeding districts /species	スギ Sugi	ヒノキ Hinoki	アカマツ ¹⁾ Red Pine	クロマツ ¹⁾ Black pine
北九州 Kita kyusyu	133 (21.3)	50 (26.6)		
中九州 Naka kyusyu	226 (36.3)	35 (18.6)	92	16
南九州 Minami kyusyu	264 (42.4)	103 (54.8)		
南西島 Nanseitoo	0 (0.0)	0 (0.0)		
計 Total	623 (100.0)	188 (100.0)	92	16

1) 九州と関西育種基本区内で選抜

Resistant trees, red pine and black pine, were selected from Kyusyu and kansai breeding regions.

交雑対象樹種であるスギとヒノキ精英樹の育種区別選抜本数をTable 4に示した。両樹種とも大半のものが中九州と南九州の2育種区から選抜されている。基本区内で選抜されたスギ精英樹数は623クローンであるが、そのうち250個体はさし木造林地帯から、263個体はみしょう地帯から選抜されたもので、残り110個体は不明である。このように、基本区内のスギ精英樹623クローンの40%はさし木造林地帯から選抜されており、

現在、諸特性が明らかにされている精英樹数は、スギが381クローンである⁴⁾。一方、ヒノキの精英樹クローンは全部で188であるが、そのうち諸特性が明らかにされているのは、176クローンである¹¹⁾。Table 5に

Table 5. 第2次交雑育種事業化プロジェクト交配計画
Scheme of 2nd crossing projects

樹 種 Species	育種区 Breeding districts	精 英 樹 Plus tree				病 虫 害 Insect and disease			複 合 形 質 組 合 Two charahters		
		全数 Number	目標 Objectives	集団数 No. of Population	クロー数 No. of clones	目標 Objectives	集団数 No. of Population	クロー数 No. of clones	目標 Objectives	集団数 No. of Population	クロー数 No. of clones
ス ギ Sugi	北九州 Kita-Kyusyu	623	成長 Growth	1	24				通直 × 心材色	1	24
			通直 Straightness	1	24				Straightness × Heart wood color		
			心材色 Heart wood color	1	24						
	中九州 Naka-Kyusyu		成長 Growth	1	24				成長 × 通直 Growth × Stmaightness	1	24
			通直 Straightness	1	24				成長 × 心材色 Growth × Heart wood color	1	24
				1	1						
	南九州 Minami-Kyusyu		成長 Growth	1	24				成長 × 通直 Growth × Straightness	1	24
			通直 Straightness	1	24				通直 × 心材 Straightness × Heartwood	1	24
			心材色 Heart wood color	1	24				color		
ヒ ノ キ Hinoki	北九州 Kita-kyusyu	188	成長 Growth	1	24				成長 × 通直 Growth × Straightness	1	24
	中九州 Naka-Kyusyu		成長 Growth	1	24						
			枝径 Small branch	1	24						
	南九州 Minami-Kyusyu	成長 Growth	1	24				成長 × 通直 Growth × Straightness	1	24	
		通直 Straightness	1	24					1	14	
マツ類 Pinus	全九州 All Kyusyu	108				抵抗性 (クロマツ) Resistance (Black pine)	4	16			
						抵抗性(クロマツ × アカマツ) Resistance (Black pine × Red pine)	4	32			
						抵抗性 (アカマツ) Sesistance (Red pine)	5	20			

示したように、ヒノキは選抜地としてその本数の関係から3つの育種区を考慮した交雑計画は非常に困難である。そのため北九州育種区と中九州育種区を込みにした交雑を計画している。また各分集団、補充・補充分集団における使用クローンも一部重複して使用する計画である。使用クローンの延べ本数はスギが312、ヒノキは192、そしてアカマツとクロマツはそれぞれ36と32である。

V 育種目標と選抜本数

九州育種基本区の第2次育種基本計画書に掲げている育種目標は、地域目標と一般目標に分けられ、地域目標は更に気象害、病害、虫害、複合形質およびその他に分けられている。一般目標は木材として必須的な目標である。

さて、当育種基本区でどのような改良目標を掲げて交雑育種を進めて行くかについて記載しよう。本育種基本区は温暖多雨地域であるため一般に成長は早い、反面、病虫害が発生しやすい環境下にある。また、試験地等の設定も比較的早くから行われている関係から、各精英樹の特性もかなり充実しており、スギは16形質について、ヒノキは8形質について調査が行われている。更に、当育種基本区は古い歴史を持つ林業地帯であるため成長、材質、病虫害に対する林業関係者の要求も大きい。

改良目標の設定に当たって、川上、川下の林業関係者に対してスギ、ヒノキの重要形質に関するアンケート調査を行った⁹⁾。その結果、スギは1位が成長性、2位が通直性そして3位は心材色であった。またこれらの結果と現実の特性調査の結果とを踏まえて、Table 5に示したように一般目標における改良目標は、スギは成長、通直そして心材色を、またヒノキは成長、通直そして細枝性を取り上げ、単一形質の交配、すなわち正規分集団の造成を計画した。更にこれとは別にこれらの形質間、すなわち複合形質組合せ(補充分集団)として、スギは成長×通直、通直×心材色、成長×心材色を、ヒノキは成長×通直、成長×枝径を計画した。一方地域目標としては、マツノザイセンチュウ抵抗性個体、アカマツ92、クロマツ16、計108個体が既に決定し、実用化段階にあり、また抵抗性種苗の要請も高いのでマツノザイセンチュウ抵抗性は当然改良目標として取り上げなければならない。本計画ではクロマツは16個体全部を用いて交配を計画している。これらの交雑子供群の中から、第2世代の精英樹を選抜することになる。その場合、当基本区内で何個体の次世代精英樹が選抜可能であるか、また必要であるか、重要な問題である。

現在の計画では、近交係数の高まり防止と遺伝的多様性維持のため、1組合せ当たり30個体を植栽して、その中から特に優れた1個体を選抜する計画である。スギを例にとると、組合せ数はTable 5中の「精英樹」は正規分集団当たり24クローン使用し、4×4片面ダイアレル6セットであるから36組合せで、36組合せ×8分集団=288組合せである。同様にTable 5中の「複合形質」は補充集団当たり24クローンを使用し4×4要因交配の3セットであるから、48組合せ×5補充集団=240組合せである。すなわち、次世代では表—5中の「精英樹」が288個体、「複合形質」が240個体選抜可能となる。ヒノキも同様な考えで「精英樹」が180個体、「複合形質」が240個体となる。マツに関しては、基本的には上記の考えに準ずるが、抵抗性であるため選抜本数は変わり得る可能性が多分にある。

次世代の精英樹は育種区別あるいは目標別では多少の差があるが、基本区全体として見れば各樹種とも妥当な本数であろう。

VI お わ り に

地域差検定林と並行して、当基本区ではスギ、ヒノキを主体とする一般次代検定が288箇所、414haが既に

設定されている。既に間伐期に達した検定林もあり、これらのデータを解析することによって各種精英樹種苗の地域適応性、成長特性および材質特性が明らかにされる。従って、今後の研究業務が大切になって来る。

引用文献

- 1) 明石孝輝・戸田忠雄・西村慶二：ヒノキの遺伝力 日林誌 52, 89～91, 1970
- 2) 古越隆信・佐々木 研：二葉松類の種間交雑に関する研究 林育研報 3, 22～35, 1985
- 3) 岸 善一・原田隆志：ヤブクグリの根曲がりの遺伝力 日林九支研論 22, 123～124, 1968
- 4) 九州地区林業試験研究機関協議会・育種部会：スギ精英樹特性一覧表 40pp, 1987
- 5) 宮島 寛：スビさし木地帯の再選抜対象集団の特性に関する研究 九州大学農学部造 林学教室, 185 pp, 1979
- 6) 森田正彦 他2：スギさし木品種のアンケート調査から見た評価 九育年報 17, 84～88, 1989
- 7) 西村慶二：次代検定林の調査結果（I）—地域差検定林の調査結果—林木の育種 119, 44～47, 1981
- 8) 西村慶二：スギ地域差検定林の調査結果 日林九支研論 42, 77～78, 1989
- 9) 西村慶二：九州における交配材料の選択と調整 林育研報 8, 69～73, 1990
- 10) 西村慶二：九州のスギ精英樹における諸形質の遺伝 林育研報 8, 163～168, 1990
- 11) 平成2年度 林木育種推進九州地区協議会資料 1990
- 12) 戸田良吉：今日の林木育種 231pp, 農林出版k. k, 東京
- 13) 戸田忠雄・松永健一郎：ヒノキ交配苗10年における組合せ能力・遺伝等の推定 日林九支研論 35, 59～60, 1982
- 14) 戸田忠雄ら4：交雑マツ（クロマツ×タイワムアカマツ）のマツノザイセンチュウ抵抗性 日林九支研論 39, 67～68, 1986
- 15) 戸田忠雄・藤本吉幸・西村慶二：アイノコマツのマツノザイセンチュウ抵抗性—クロマツ×アカマツの人工交雑の抵抗性— 日林九支研論 43, 43～44, 1990

Breeding districts and objectives in Kyusyu breeding region

Masahiro T_{AJMA}

Summary

Kyusyu breeding region of forest tree is divided into four breeding districts. Clonal cultivars of sugi, *Cryptomeria japonica*, is preferred to breeding varieties in a part area of Kita-Kyusyu, Naka-Kyusyu and Minami-Kyusyu breeding districts. Only two species, *Podocarpus macrophylla* and *luchuensis*, are object for breeding species in Nansetoo-breeding district. For advanced the cross breeding in the characteristic breeding region, the blood relationship between plus trees as crossing materials and sugi cultivars is very important for pedigree management of progenies. Breeding objectives of tree growth, stem straightness, heartwood color and small branch were selected singly in sugi and hinoki, *Chamaecyparis obtusa*.

Crossing themselves as single breeding objective and among them as double breeding objectives were schemed. Also breeding objective of resistance to pine wood nematode was selected in Japanese red pine and Japanese black pine. Heritabilities of these characters were estimated to be high from the result of progenies test plantation established before now.