

研究レポート

No. 35

= 目次 =

健全なホオノキ種子の選び方.....	1
ウダイカンバの皮目幅と心材率.....	5
トドマツの産地による成長のちがい.....	7

健全なホオノキ種子の選び方

他殖種子をより多く採る方法

中村 和子・石田 清

はじめに

近親結婚がその個体に遺伝的な疾患をもたらし、その子の生活力が弱くなるという現象は、よく知られているが、樹木をはじめとする生物一般にも近親交配を続けると生活力が低下する現象は当てはまり、近交弱勢と呼ばれている¹⁾。

ホオノキでは、自分の花粉により結実する種子（自殖種子）と他個体の花粉により結実する種子（他殖種子）の2種類が認められる。ホオノキの自殖率、すなわち、自分の花粉由来の種子の割合は、これまでに報告されている針葉樹や風媒花広葉樹の値よりも高い²⁾（写真-1）。自殖も近親交配の一種だから、ホオノキの自殖種子にも近交弱勢が現われると予想される。調査の結果、ホオノキの自殖子孫の成長量と生存率は、他殖子孫の値よりも小さく、近交弱勢が現われることが確認された^{3), 5)}。

これらの結果を踏まえ、ホオノキを種子から育苗する場合に、近交弱勢を示す自殖種子を避け、他殖種子を多く選ぶ方法を考えたので紹介したい。

袋の中の種子数に注目

ホオノキの果実は、100～150個の袋果で構成されている（写真-2）。この袋果とは、写真-3に見るように袋状のもので、1個の袋果は、通常0～2個の種子を持っている。袋果は、植物学的には胚珠を2個持つ心皮が発達してできたものである。ここで種子を1個、2個含む袋果をそれぞれ1種子袋果、2種子袋果と呼ぶことにしよう。心皮中の2個の胚珠が順調に発達すれば2種子袋果、1個だけしか発達しなければ1種子袋果となる。2個とも発達しなければ、種子を持たない袋果となる。

雄ずいを取り除いて袋かけした花に、人工的

せる（ランダム受粉モデル⁴⁾）。

$$f1 = \text{受粉率} \times 2 \times \text{胚の生存率} \times \text{胚の死亡率} \\ = 2g(pa+qc)(pb+qd)$$

$$f2 = \text{受粉率} \times (\text{胚の生存率})^2 = g(pa+qc)^2$$

このモデルから、自然受粉果についても自殖率が高くなるほど2種子袋果と1種子袋果の比（2種子袋果数／1種子袋果数）が小さくなると推定される。したがって、異なる自殖率を持つ二つの果実の両方から種子を採取する場合、2種子袋果のみから種子を採取した時の方が、同数の種子をランダムに採取した時よりも、自殖率の低い方の果実から採取する種子の割合が多くなると予想される。天然林のホオノキ集団の自殖率は、果実や個体ごとに異なること（石田未発表）から、天然林の複数個体から種子を採取する場合にも、2種子袋果のみから種子を採取した時の方が、同数の種子をランダムに採取した時よりも他殖種子を多く得ることができると考えられる。

ホオノキの花粉媒介昆虫であるカミキリモドキやケシキスイなどの甲虫類は、母樹間を移動する頻度がハナバチなどに比べて低く、また受粉可能な花に飛来する甲虫数も少ないことから、1雌ずいに他家花粉か自家花粉のどちらか一方のみが着きやすいと考えられる。1雌ずいに他家花粉か自家花粉のどちらか一方のみが着く場合、雌ずい上の花粉が不足して袋果内の種子数が1個になることはないという仮定のもとでは、n種子袋果の頻度（fn）は次式で表せる（1雌ずい－1花粉親モデル⁴⁾）。

$$f1 = g\{p(2ab) + q(2cd)\}$$

$$f2 = g(pa^2 + qc^2)$$

このモデルからも、ランダム受粉モデルと同様に、2種子袋果のみから種子を採取した時の方が、同数の種子をランダムに採取した時より他殖種子を多く得ることができると推定される。特に、このモデルでは、果実間や個体間で自殖率にばらつきがなくとも、2種子袋果に含まれ



写真-2 ホオノキの果実

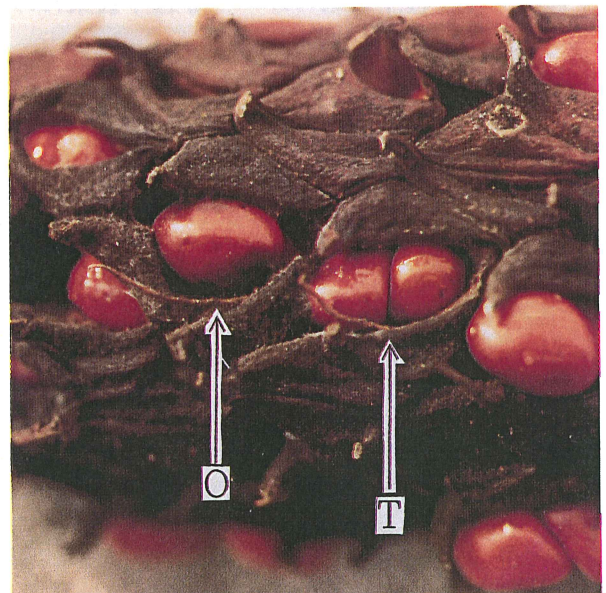


写真-3 ホオノキの袋果
1種子袋果(O)と2種子袋果(T)がみられる

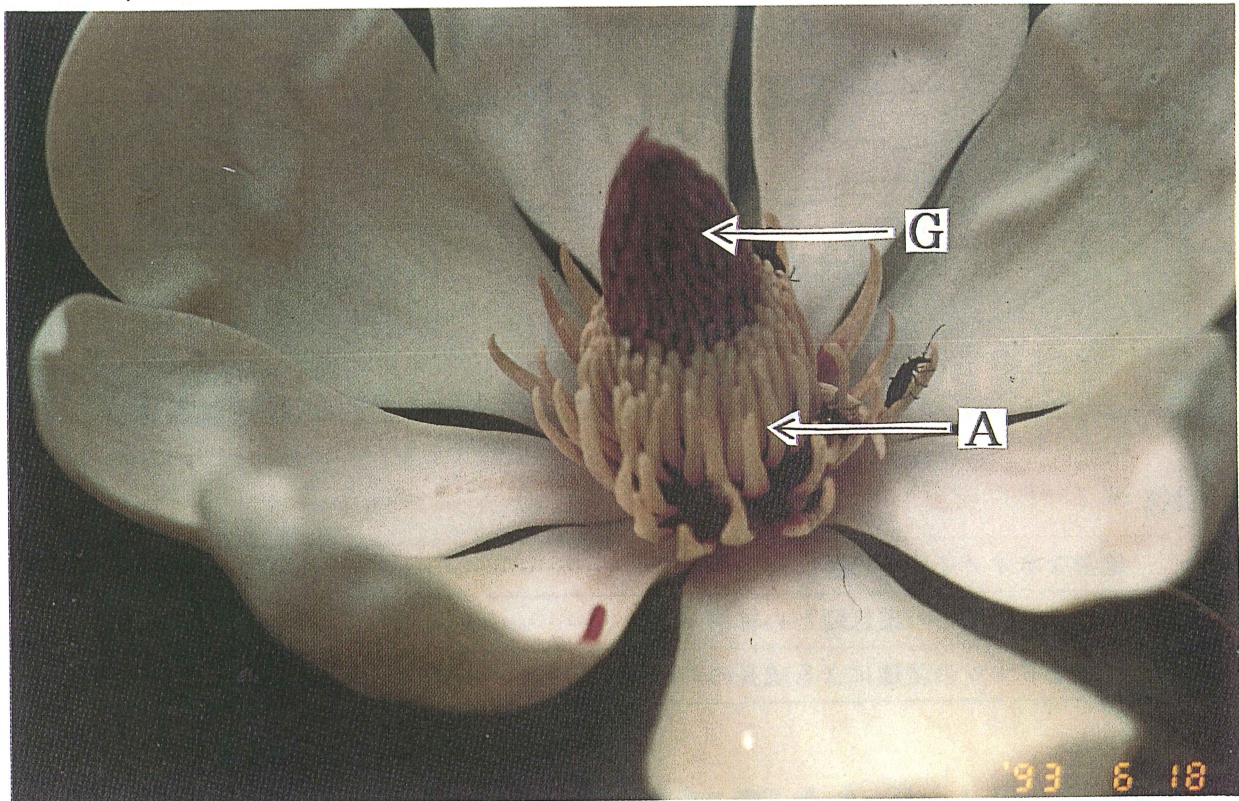


写真-1 ホオノキの雄性花

ホオノキは雌性先熟型の開花様式を持つため、同花受粉は生じないが、同一個体の他の花の花粉による自家受粉が生じる。写真中のAとGは、それぞれ雄ずいと雌ずいを示す。

に自家受粉と他家受粉を行って袋果内種子数を調べてみたところ、他家受粉果の方が自家受粉果よりも2種子袋果の割合が有意に高かった(表-1)。この割合の違いは、次の二つを仮定すると説明がついた。すなわち、(1)自殖胚は他殖胚よりも生存率(種子に発達する確率)が低いこと、また、(2)ある胚の死亡は、同じ袋果のもう一方の胚の生存・死亡とは無関係に起こる

表-1 袋果内の種子数の頻度(%)

母樹	No.21		No.32	
	他家受粉	自家受粉	他家受粉	自家受粉
種子数				
0個	50.0	71.8	61.7	93.5
1個	29.2	23.9	25.3	6.3
2個	20.8	4.3	13.1	0.2

* : 16~22個の果実の全袋果に占める割合

ことの二点である。詳しい説明は省くが、これは二項分布に従うということである。人工受粉した果実の2種子袋果の割合が実際に二項分布に従うかどうかを検定するためには、受粉された心皮の割合も推定する必要があるが、この検定方法の詳細については、石田・中村・田中⁴⁾を参照されたい。

人工受粉果で認められたこの性質を利用すれば、ある仮定のもとでは、自然受粉果の袋果内種子数の頻度と自家受精率(受精直後の胚に占める自殖胚の割合)との関係を推定できる。すなわち、(1)雌ずい上の花粉が不足して袋果内の種子数が1個になることはなく、また、(2)雌ずに自家花粉と他家花粉がランダムにつくと仮定すれば、自然受粉果の袋果内種子数の頻度を自家受精率であらわすことができる。ここで、受粉率(受粉された心皮の割合)を g 、自家受精率と他家受精率をそれぞれ p と q ($p+q=1$)、自家・他家受精した胚の生存率をそれぞれ a と c 、自家・他家受精した胚の死亡率をそれぞれ b ($=1-a$)、 d ($=1-c$) とすれば、 n 種子袋果(種子を n 個含む袋果)の頻度 f_n は次式で表

る種子の他殖率（他殖種子の割合）は全種子の他殖率より高くなる（表－2）。

自然集団の実際の受粉様式は、ランダム受粉モデルと1雌ずい－1花粉親モデルを混合したかたちになると予想されるが、両者を混合したモデルを用いた場合でも、その結論は、1雌ずい－1花粉親モデルの場合と変わらない。

以上のことから、ホオノキに関しては、2種子袋果のみから種子を取ることによって、他殖種子をより多く得ることができると考えられる。袋果内の種子数と自家受精率との関係を推定するための前提条件となる仮定、すなわち、雌ずい上の花粉不足が原因で袋果内の種子数が1個になることはないという仮定は、一般に柱頭上で花粉が発芽するためには多数の花粉が必要とされることから、心皮内の胚珠数が2個と少ないホオノキの場合には、妥当と思われる。この仮定に関しては、今後の検証が必要である。

引用文献

- 1) 石田清（1994）：樹木における近親交配と近交弱勢、北海道の林木育種、37：17-24
- 2) 石田清・長坂寿俊（1994）：ホオノキの繁殖特性(I)－アイソザイムによる受粉特性の推定－、日林学会論集、105：295-296
- 3) 石田清・中村和子・長坂寿俊（1995）：ホオノキの繁殖特性(II)－アイソザイム分析による近交弱勢の推定－、日林学会北海道論集、43：128-130
- 4) 石田清・中村和子・田中京子（1996）：袋果内種子数によるキタコブシの自殖率推定の試み。日林学会北海道論集、44：(印刷中)
- 5) 中村和子・石田清・田中京子（1996）：ホオノキの繁殖特性(IV)－実生段階で発現する近交弱勢－、日林学会北海道論集、44：(印刷中)

表－2 1雌ずい－1花粉親モデルで推定した1種子袋果と2種子袋果の他殖率*

全種子	1種子袋果のみ	2種子袋果のみ
0.54	0.48	0.62

*：自殖率の個体間変異は無いと仮定して推移した値。自殖胚と他殖胚の生存率と自殖率は、石田・長坂²⁾が発表した値を用いた。

ウダイカンバの

皮目幅と心材率

田中 京子・長坂 壽俊・松崎 智徳

はじめに

ウダイカンバは、心材の大きさ等でマカバまたは、メジロカバという名前で区別して取り引きされるが、伐採することなく外部形態のみから個々の立木の心材の大きさを推定することは、むずかしい。北海道内の国有林においても、平成6年度から樹種区分が改正され、収穫調査の際には、どちらかに区分して取り扱うことになっている。マカバとメジロカバの違いについては、樹皮の厚さ、樹肌の色、光沢の有無、樹皮のそげかた、皮目の状態などに差のあることが経験的にいわれているが、最近、成長との関連から、皮目幅12mm以上の材をとれば高い確率で心材率が80%以上のマカバが得られるとの報告がされた²⁾。同様の調査を天然林と銘木市の材で検証したので概要を述べたい。

皮目幅の測定

樹木の皮目は、葉の気孔と同じく、幹や枝の通気組織であり、成長をとらえるうえでの指標になる¹⁾。成長の旺盛なウダイカンバの皮目は、単位面積当たりの数が少なく、1本の長さは長い。それに反して、枯死寸前の木では、師部、形成層付近の活動が衰え、皮目が浮き出たようになる。マカバは、成長が晩生で、メジロカバは、早生だといわれているが、それらの成長率の遅速が皮目の形態に反映するといわれる。

皮目幅の測定は、個体毎に樹皮の標準的な部位でランダムに10本の皮目を選び、各皮目の中間付近の開口部の幅をノギスで計測し、平均値で比較した。

心材率の測定は、天然林においては、胸高部位から生長錐で材の中心部を貫通するコアを1本採取し、心材部の大きさを直径比率で推定した。銘木市においては、木口面の髄を通る直角2方向について心材直径と樹皮無し直径を計測し、その平均の比率から求めた。



写真-1 皮目幅の大きなウダイカンバ



写真-2 皮目幅の小さなウダイカンバ

天然林での調査

札幌市豊平区羊ヶ丘の天然林で樹齢80～90年のウダイカンバ50本を調査した。平均値は、皮目幅4.3mm、心材率49.1%であった。皮目幅と心材率の相関係数は、 $r=0.522$ で有意な正の相

関であった(図-1)。ウダイカンバ天然林においては、皮目幅が大きくなれば心材率も大きくなる傾向は、確かである。特に皮目幅で6mm以上の個体は、心材率も大きく平均値以上であるが、6mm以下の皮目幅の個体では、心材率にバラツキが大きすぎて心材率の推定は、困難である。

写真-1は、皮目幅が7.1mmで林分内では、皮目の大きなウダイカンバの樹皮であるが、この材の心材率は72%と高かった。反対に、写真-2の個体では、皮目幅1.7mmで、心材率は26%であった。

銘木市での調査

第72回札木連銘木市(平成7年12月)で展示されたウダイカンバについて、マカバ95本、メジロカバ37本、合計132本を調査した。マカバの平均値は、皮目幅5.3mm、心材率74.9%、メジロカバの平均値は、皮目幅4.2mm、心材率は、61.2%であった。マカバとメジロカバをこみにして相関を求めたが、皮目幅と心材率の間には、天然林と同様に有意な正の相関がみられた(図-2)。ただし、心材率55~75%の範囲では、マカバとメジロカバが混在していた。皮目幅については、メジロカバと称されるものは、全て

6mm以下であったが、マカバは、皮目幅でも非常に変動が大きかった。しかし、8mm以上の皮目幅をもつ材に限定すれば心材率で80%以上のマカバになる可能性は、高いといえる。

皮目による識別

皮目幅の大きなウダイカンバには、心材率の大きなマカバと呼べるものが多く、反対に皮目幅の小さなウダイカンバには、心材率の小さなメジロカバと呼ばれるものが多く出現することは明らかである。しかし、皮目幅で分布の重なる部分は多く、極端に大きな皮目幅の部分を除くと、個体レベルで心材率を推定することは、困難である。皮目の幅は、樹齢や林分によっても異なると思われるので、対象林分毎に皮目幅の調査を行って平均値や変動量を確認し、林分毎に適用すべき皮目幅の基準を決定する必要があるように思われる。

引用文献

- 1) 小池孝良・向田弘正・高橋邦秀・藤村好子：ウダイカンバ若齢人工林における衰退木の特徴、北方林業、40(6)、1~4、1988
- 2) 清水 一：ウダイカンバ心材率と年輪成長の関係、日林学会北海道論集、44、(印刷中)

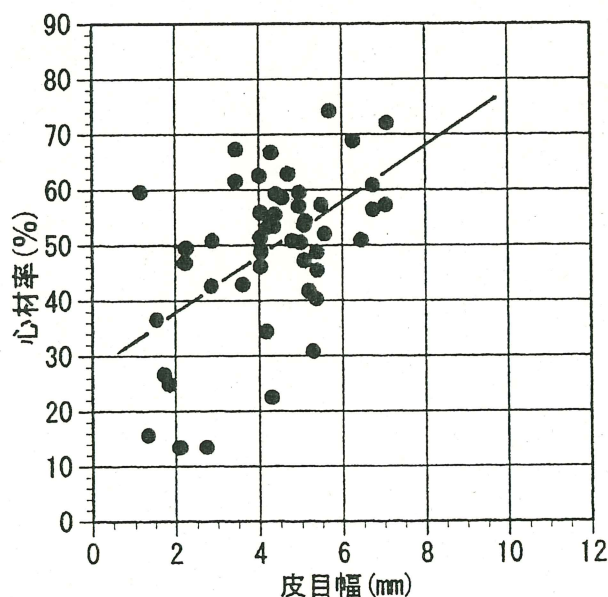


図-1 皮目幅と心材率の分布(天然林)

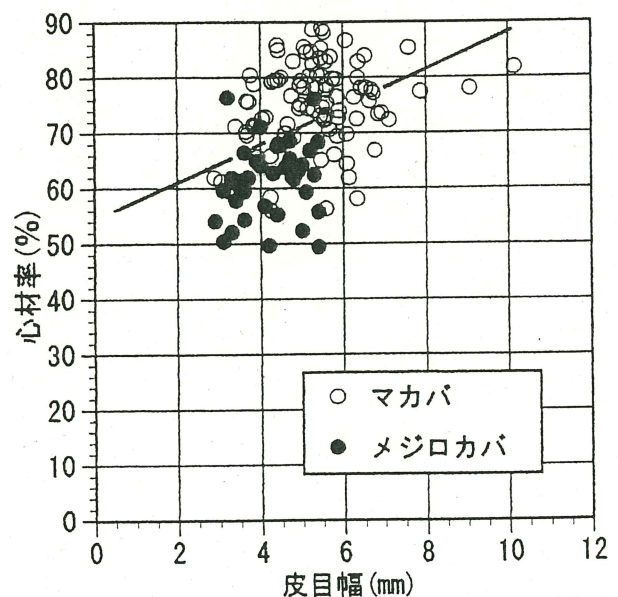


図-2 皮目幅と心材率の分布(銘木市)

トドマツの産地による

成長のちがい

中村 和子・松崎 智徳・長坂 壽俊

はじめに

トドマツは、北海道における重要な造林樹種であるが、成長に関して産地と試験地との交互作用を評価したり、長年月にわたり同一試験地を継続的に調査した例は少ない。今回、植栽後28～29年を経過した2カ所の産地試験地での成長の特性を比較したので紹介する。

産地試験地の概要

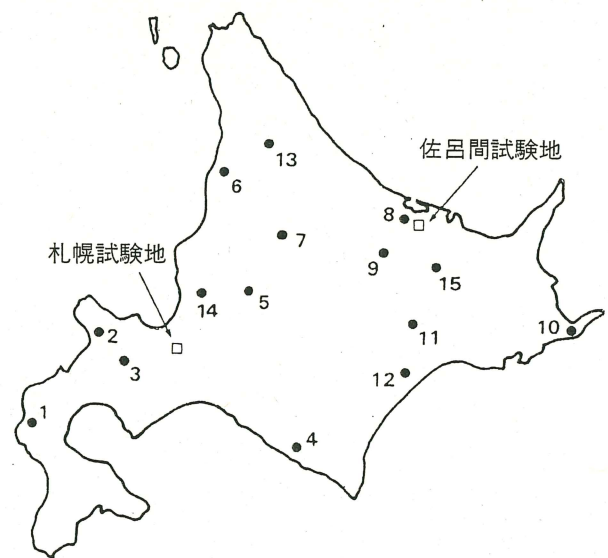
北海道内に生育するトドマツの天然分布からみた地域差や林分の遺伝的特性を明らかにするとともに、トドマツ種子の需給区域作成のための資料を得るために産地試験地が設定された。種子の産地は、表－1に示す15産地で、天然林より1961年に各産地とも30本以上の母樹から種子が採取された。それらの種子は、1962年春に播種され、1967年春に各試験地に植栽された(図－1)。札幌試験地(札幌事業区58、64林班)、佐呂間試験地(佐呂間事業区90林班)とも、1プロットに1産地で3回反復、1プロットは8列で、1列は53本植栽され、植栽間隔は1.5×1.5m、植栽後に間伐は、行われていない。

表－1 産地番号および産地名

産地番号	産地名
1	東 瀬 棚
2	岩 内
3	倶 知 安
4	浦 河
5	芦 別
6	古 丹 別
7	上 川
8	佐 呂 間
9	温 根 湯
10	落 石 (根 室)
11	足 寄
12	浦 幌
13	美 深
14	青 山
15	本 岐 (津 別)



写真－1 佐呂間試験地での調査



図－1 産地と試験地の位置図

調査方法

札幌試験地では、1994年11月に各プロットで中央の1列について樹高、胸高直径、枝下高の毎木調査(1479本)を行った。また、佐呂間試験地では、1995年11月に各プロットで中央の1列について胸高直径の毎木調査(1960本)を行

表-2 産地別平均値(札幌試験地)

形質 順位	胸高直径(cm)		樹高(m)		枝下高(m)	
	産地	平均値	産地	平均値	産地	平均値
1	東瀬棚	12.56	芦別	10.01	足寄	5.57
2	本岐	12.44	本岐	9.86	落石	5.54
3	足寄	12.38	東瀬棚	9.81	浦幌	5.53
4	浦幌	12.19	足寄	9.72	本岐	5.45
5	温根湯	12.08	浦幌	9.69	芦別	5.37
6	芦別	11.94	温根湯	9.58	浦河	5.08
7	落石	11.89	浦河	9.39	美深	4.91
8	佐呂間	11.80	美深	9.27	東瀬棚	4.69
9	浦河	11.63	落石	9.25	温根湯	4.60
10	美深	11.48	佐呂間	9.22	上川	4.34
11	倶知安	10.91	上川	9.11	古丹別	4.30
12	上川	10.87	古丹別	8.94	佐呂間	4.12
13	古丹別	10.85	倶知安	8.92	倶知安	3.98
14	青山	10.72	青山	8.47	岩内	3.78
15	岩内	9.77	岩内	8.01	青山	3.60

表-3 産地別平均値(佐呂間試験地)

形質 順位	胸高直径(cm)	
	産地	平均値
1	足寄	13.43
2	本岐	13.39
3	浦幌	12.84
4	芦別	12.80
5	落石	12.78
6	温根湯	12.66
7	浦河	12.45
8	上川	12.40
9	美深	12.32
10	佐呂間	12.10
11	岩内	12.02
12	青山	11.31
13	東瀬棚	11.04
14	古丹別	10.95
15	倶知安	10.92

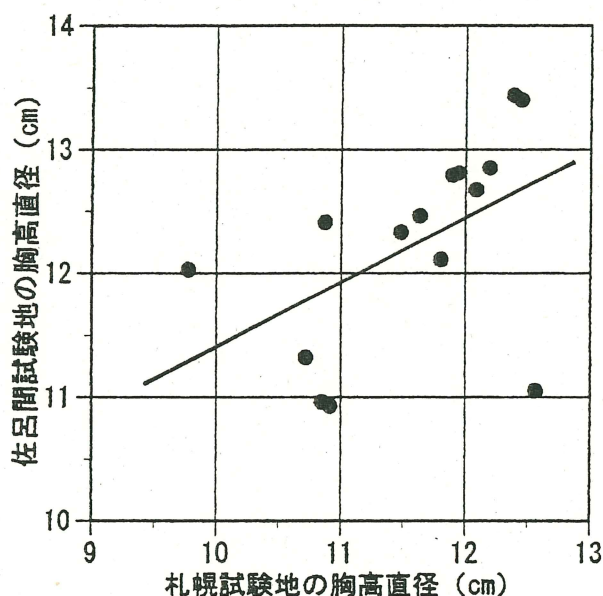


図-2 胸高直径の産地別平均における試験地間の相関

った。これらの調査データからプロット毎の平均値で分散分析を行い、成長に関する産地間差の有無を検討した。

調査結果

札幌試験地での結果をみると、分散分析では胸高直径、樹高、枝下高いずれもブロックによる差が大きく、樹高と枝下高については、統計的に産地間差は、みられなかったが、胸高直径については、明らかに産地間に有意差が認められた。そして、胸高直径について産地別平均を比較すると、道東の産地(本岐、足寄)の方が

札幌試験地に近い産地(倶知安、岩内)より大きい値となる傾向がみられた。

佐呂間試験地の結果からも、プロットの平均値による分散分析から胸高直径に産地間差が認められた。

毎木調査による成長形質の産地別平均を値の大きい順に札幌試験地は表-2、佐呂間試験地は表-3に示した。本岐、足寄、浦幌などの産地は、札幌試験地でも佐呂間試験地でも上位にランクされた。また、青山、古丹別、倶知安などは両方の試験地で下位にランクされた。胸高直径について産地別平均の試験地間の相関をみると正の相関が認められた(図-2)。しかし、東瀬棚は札幌試験地では上位の成長であったが、佐呂間試験地では、下位の成長となった。地域的な傾向としては、道東の産地に成長の良好なものが多かった。

研究レポート No.35

平成8年3月15日

編集 森林総合研究所北海道支所
〒062 札幌市豊平区羊ヶ丘7
電話 (011)851-4131