

アカマツ自然受粉家系の繊維傾斜度の変動と遺伝率の推定

中 川 伸 策

Shinsaku NAKAGAWA : Variations, Parent-Offspring Correlations
and Heritabilities on the Slope of Grain Traits of
Open-pollinated Families of Akamatsu
(*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.)

要 旨：東北および関西産アカマツ天然生母樹からの種子を用いて、設定された岩手試験地からの16年生家系826個体の繊維傾斜度を測定した。

この形質について産地、家系内および家系間変異、母樹と家系との関係等を検討し、親子回帰および分散成分により遺伝率の推定を行った。

各家系の最大繊維傾斜度は母樹と同様に幼齢期に出現している。産地別に母樹と家系の最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度を比べると、関西産の値は両者とも東北産よりやや小さい。母樹と家系の最大繊維傾斜度の変動幅を産地べつに比べると、東北産20家系のうち母樹より大きいのは3家系であるが、関西産では8家系である。平均繊維傾斜度の場合は東北産で母樹より大きい値を示したのは3家系で、関西のそれは5家系である。また、上述の最大と平均繊維傾斜度の変動幅は東北より関西産のものが大きい。

また、繊維傾斜度の値により構造用材への適性があると認められた母樹の家系のうち、約5%の家系が将来とも適性を保持するものと推定された。親子回帰を2倍して得られる遺伝率は最大繊維傾斜度で東北産が18.0%、関西産が14.0%、平均繊維傾斜度では、東北産が0%、関西産が21.0%と推定された。さらに分散成分による遺伝率は、最大繊維傾斜度で東北産が7.4%、関西産25.9%、平均繊維傾斜度では東北産32.0%、関西産が40.2%と推定された。

ま え が き

岩手試験地に植栽されていた東北産と関西産のアカマツ天然生母樹の自然受粉家系からの826個体の繊維傾斜度を測定し、それに基づいて個体、家系および産地のそれぞれの平均値を求めるとともに、家系内、家系間の変動などを検討した。さらに、母樹と家系の値から親子相関を求め、家系の分散成分と親子回帰によって狭義の遺伝率を推定した。

木材の繊維傾斜度は、乾燥にともなう狂い、干割れなどの原因となることから、材質を低下させる欠点の一つとして注目されてきており、我が国では、その実態についてカラマツ¹⁾およびアカマツ²⁾について報告がされている。また、カラマツについては母樹とクローンとの間の関係⁶⁾、あるいはクローン間の変動⁷⁾について報告がされている。一方、国外においては、その遺伝率について³⁾⁴⁾⁵⁾、*Pinus radiata*では、0.44および0.24(何れも狭義)³⁾であること、および髓に近い年輪では0.5を越えるが、第8年輪では0.28⁵⁾まで下がることが知られている。

この第 3 報の取りまとめにあたっては、材質育種に関する研究主査須藤彰司氏、造林部長勝田 柁氏（現 企画調整部長）のご指導をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。

1 試料と測定方法

岩手試験地のブロック I には東北産の 27 家系、関西産の 25 家系、ブロック II にはそれぞれ 21, 22 家系が植栽されていた。前者の I からは 449 個体、後者からは 377 個体、合計 826 個体の供試木を採取した。試料の採取位置は、幹の先端から 11~12 番目の節間の中央部分で、年輪構造および仮道管長測定用の試料等に隣接した部分である。生材状態でアテなどの欠点を避け、髄を含む直径方向について、軸および接線方向各 3 cm に木取りした。繊維傾斜度の測定法は、筆者がこれまでカラマツ、アカマツについて行った割裂法を用いた^(注 1, 2)。

2 結果と考察

2.1 母樹と家系の繊維傾斜度とその出現頻度

母樹の髄から外周までの毎年の繊維傾斜度のうち、家系の年輪数と等しい髄から 11 年輪目までの各年輪の繊維傾斜度を対照とし、母樹と全家系の個体べつ各年輪の値を Table 1 に、これら全体の繊維傾斜度の出現頻度分布を Fig. 1 に、また、母樹と家系の最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度の変動を Fig. 2 に示す。

Fig. 1 から母樹の繊維傾斜度は全て S 方向でその出現範囲が、2.0~10.7% で、全平均値は、5.9% であることがわかる。一方、家系では方向は同じであるが、その範囲は 1.0~9.2%、全平均値は 4.3% で、母樹よりやや小さい値を示している。また、モードは母樹 5.5%、家系 3.5% で前者が 2% 程度大きく現れている。

次に、Fig. 2 の母樹と家系の最大繊維傾斜度と平均値の変動についてみると、東北産では、母樹より家系のほうが大きいのは 3 家系であるが、関西産では 8 家系である。これを平均繊維傾斜度で見ると母樹より家系が大きい値を示したのは東北産で 3 家系、関西産で 5 家系であった。

両産地とも母樹の繊維傾斜度は家系より大きく、また、母樹と家系の最大値と平均値の変動幅は関西産がより大きい。

家系の最大繊維傾斜度を産地およびブロック別に Fig. 3 に示す。それによると家系全体の出現範

注 1) この報告で、繊維傾斜度の方角を表現するために S および Z を用いている。S 記号は、樹幹の外側からみたときの繊維走行の方角を示したもので、左上から右下に向かって走行しているものであり、この逆の走行を Z と表示している

注 2) 繊維傾斜度の出現型の分類基準

Type 1 : 樹心部から S 傾斜で始まり、外側へ向かって傾斜度が次第に増加していくもの

Type 2 : 樹心部の付近、または未成熟材部に最大値が現れ、以後外側へ向かって 0 に近づくもの

Type 3 : 樹心の付近に S 傾斜の最大値が現れるが、樹齢の経過に伴い傾斜の方角が Z に変化するもの、および再び S 傾斜への移行を繰り返すもの

Type 4 : 樹心の近くに最大値が現れ、外側へ向かってほぼ一定した S 傾斜の値を保つもの

Type 5 : 全年輪を通じて、最大値が 5% 以下であり、絶対値の平均値が 2.2% 以下の繊維傾斜度のもの

Table 1. 東北および関西の家系とその母樹の繊維傾斜度
Slope of grain in families and in their mother trees from the Kansai (K)
and from the Tohoku (T) provenances.

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブロック I Block I	ブロック II Block II	平均値 mean	母樹 mother tree
T01	1	3.11 (9)	3.70 (10)	3.41	6.60
	2	6.67 (9)	7.80 (10)	7.23	7.20
	3	4.89 (9)	5.20 (10)	5.04	4.00
	4	3.89 (9)	3.90 (10)	3.89	5.60
	5	3.67 (9)	4.70 (10)	4.18	6.00
	6	3.56 (9)	3.70 (10)	3.63	7.00
	7	3.78 (9)	3.90 (10)	3.84	8.20
	8	3.67 (9)	3.80 (10)	3.73	8.00
	9	3.78 (9)	3.70 (10)	3.74	6.20
	10	3.56 (9)	3.80 (10)	3.68	6.70
	11	3.50 (8)	3.60 (10)	3.55	6.60
	Mean	4.01	4.35	4.18	6.55
	Max.	6.67	7.80	7.23	8.20
T03	1	4.17 (10)	3.30 (10)	3.74	3.20
	2	7.28 (10)	6.90 (10)	7.09	11.20
	3	6.92 (10)	5.50 (10)	6.21	8.20
	4	4.78 (10)	5.10 (10)	4.94	8.20
	5	3.88 (10)	5.60 (10)	4.74	6.00
	6	5.26 (10)	6.60 (10)	5.93	4.20
	7	4.47 (10)	7.70 (10)	6.09	3.00
	8	4.76 (9)	7.10 (10)	5.93	1.50
	9	4.46 (9)	7.30 (10)	5.88	1.70
	10	4.14 (9)	6.10 (10)	5.12	3.00
	11	4.10 (8)	5.50 (10)	4.80	3.50
	Mean	4.93	6.06	5.50	4.88
	Max.	7.28	7.70	7.09	11.20
T07	1	2.80 (10)	3.30 (10)	3.05	7.50
	2	7.10 (10)	3.10 (10)	7.60	7.00
	3	5.30 (10)	4.90 (10)	5.10	7.40
	4	3.80 (10)	3.50 (10)	3.65	7.00
	5	2.80 (10)	3.60 (10)	3.20	8.60
	6	2.70 (10)	4.10 (10)	3.40	8.00
	7	2.80 (10)	3.80 (10)	3.30	8.20
	8	2.70 (10)	3.70 (10)	3.20	9.40
	9	2.70 (10)	3.50 (10)	3.10	9.60
	10	2.80 (10)	3.50 (10)	3.15	9.00
	11	2.80 (10)	3.56 (9)	3.18	8.50
	12	3.56 (9)	3.43 (7)	3.49	10.00
	13	4.67 (3)	3.00 (2)	3.83	12.60
	Mean	3.58	4.00	3.79	8.68
	Max.	7.10	8.10	7.60	12.60

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)		平均値 mean	母樹 mother tree
		ブロック I Block I	ブロック II Block II		
T08	1	3.70 (10)	3.54 (10)	3.62	6.70
	2	7.20 (10)	7.20 (10)	7.20	8.20
	3	5.40 (10)	5.38 (10)	5.39	8.00
	4	3.00 (10)	3.95 (10)	3.48	7.00
	5	2.20 (10)	3.60 (10)	2.90	7.00
	6	2.70 (10)	3.36 (10)	3.03	6.40
	7	2.30 (10)	3.10 (10)	2.70	5.00
	8	2.20 (10)	3.36 (10)	2.78	6.50
	9	2.30 (10)	3.26 (10)	2.78	6.50
	10	2.50 (10)	3.01 (10)	2.76	6.20
	11	2.70 (10)	2.99 (10)	2.85	6.50
	12	3.00 (2)	1.50 (2)	2.25	6.60
	Mean	3.27	3.69	3.48	6.72
	Max.	7.20	7.20	7.20	8.20
T09	1	3.00 (10)	2.72 (10)	2.86	5.50
	2	7.50 (10)	7.44 (10)	7.47	6.20
	3	5.50 (10)	5.75 (10)	5.63	4.20
	4	5.00 (10)	5.15 (10)	5.08	3.40
	5	4.60 (10)	4.39 (10)	4.50	4.00
	6	4.70 (10)	4.95 (10)	4.83	5.20
	7	4.30 (10)	5.59 (10)	4.95	6.70
	8	4.60 (10)	5.50 (10)	5.05	7.00
	9	4.40 (10)	4.94 (10)	4.67	4.50
	10	3.60 (10)	4.90 (10)	4.25	5.00
	11	3.70 (10)	4.70 (10)	4.20	4.60
	12	4.14 (7)	4.10 (7)	4.12	4.20
	13	2.00 (2)	3.15 (2)	2.58	4.20
	Mean	4.39	4.87	4.63	4.98
	Max.	7.50	7.44	7.47	7.00
T10	1	2.70 (10)	2.86 (10)	2.78	0.00
	2	6.60 (10)	6.85 (10)	6.73	6.50
	3	6.70 (10)	5.00 (10)	5.85	8.80
	4	5.10 (10)	3.92 (10)	4.51	7.40
	5	4.30 (10)	3.13 (10)	3.72	5.90
	6	4.00 (10)	2.63 (10)	3.32	5.80
	7	3.90 (10)	2.68 (10)	3.29	5.50
	8	2.90 (10)	2.40 (10)	2.65	6.20
	9	3.20 (10)	2.81 (10)	3.01	6.80
	10	2.80 (10)	2.36 (10)	2.58	7.30
	11	2.50 (10)	2.68 (9)	2.59	5.80
	12	1.25 (4)	2.00 (1)	1.63	5.80
	Mean	3.83	3.28	3.55	5.98
	Max.	6.70	6.85	6.73	8.80

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブロック I Block I	ブロック II Block II	平均値 mean	母樹 mother tree
T13	1	3.00 (10)	2.53 (9)	2.77	3.70
	2	5.80 (10)	6.28 (9)	6.04	4.00
	3	4.90 (10)	7.13 (9)	6.02	7.20
	4	3.50 (10)	4.93 (9)	4.22	6.00
	5	2.50 (10)	4.70 (9)	3.60	7.00
	6	2.80 (10)	4.04 (9)	3.42	6.30
	7	2.50 (10)	3.60 (9)	3.05	6.00
	8	2.60 (10)	3.58 (9)	3.09	5.80
	9	2.70 (10)	3.27 (9)	2.98	6.10
	10	3.00 (8)	3.39 (9)	3.19	5.30
	11	2.50 (6)	3.69 (8)	3.09	4.70
	12	3.50 (2)	5.90 (1)	4.70	4.20
	Mean	3.28	4.42	3.85	5.53
	Max.	5.80	7.13	6.04	7.20
T14	1	3.70 (10)	2.75 (10)	3.23	6.60
	2	7.60 (10)	6.24 (10)	6.92	6.70
	3	6.20 (10)	6.43 (10)	6.32	7.60
	4	5.10 (10)	5.03 (10)	5.07	6.80
	5	4.50 (10)	4.51 (10)	4.51	7.70
	6	4.30 (10)	4.70 (10)	4.50	9.00
	7	4.40 (10)	4.66 (10)	4.53	9.00
	8	4.30 (10)	4.24 (10)	4.27	10.10
	9	3.90 (10)	4.37 (10)	4.14	10.20
	10	3.60 (10)	4.26 (10)	3.93	9.00
	11	3.00 (9)	4.20 (10)	3.60	9.20
	12	2.80 (5)	4.60 (1)	3.70	8.70
	Mean	4.45	4.67	4.56	8.38
	Max.	7.60	6.43	6.92	10.20
T17	1	3.50 (10)	4.38 (10)	3.94	6.40
	2	6.30 (10)	9.37 (10)	7.84	1.40
	3	6.40 (10)	6.31 (10)	6.36	1.60
	4	4.50 (10)	5.19 (10)	4.85	1.60
	5	3.80 (10)	4.61 (10)	4.21	3.00
	6	3.50 (10)	4.75 (10)	4.13	3.00
	7	4.60 (10)	3.94 (10)	4.27	3.00
	8	5.00 (10)	4.00 (10)	4.50	4.00
	9	5.10 (10)	4.60 (10)	4.85	3.70
	10	4.80 (10)	4.33 (10)	4.56	3.70
	11	3.89 (9)	4.12 (10)	4.00	3.50
	12	5.00 (1)	4.80 (7)	4.90	2.60
	Mean	4.70	5.03	4.87	3.13
	Max.	6.40	9.37	7.84	6.40

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)		平均値 mean	母樹 mother tree
		ブロック I Block I	ブロック II Block II		
T20	1	3.30 (10)	2.94 (10)	3.12	9.00
	2	7.50 (10)	6.37 (10)	6.94	7.80
	3	5.70 (10)	5.28 (10)	5.49	6.00
	4	3.00 (10)	3.82 (10)	3.41	6.40
	5	3.40 (10)	3.43 (10)	3.42	7.20
	6	3.90 (10)	4.26 (10)	4.08	7.20
	7	4.20 (10)	4.83 (10)	4.52	5.40
	8	3.90 (10)	4.37 (10)	4.14	5.20
	9	4.10 (10)	4.37 (10)	4.24	5.20
	10	3.90 (10)	3.84 (10)	3.87	5.20
	11	4.20 (10)	3.97 (10)	4.09	6.00
	12	4.50 (2)	3.43 (3)	3.97	6.00
	Mean	4.30	4.24	4.27	6.38
	Max.	7.50	6.37	6.94	9.00
T21	1	3.30 (10)	3.50 (10)	3.40	12.00
	2	7.00 (10)	8.38 (10)	7.69	11.50
	3	7.30 (10)	7.07 (10)	7.19	9.50
	4	6.30 (10)	6.34 (10)	6.32	9.00
	5	6.10 (10)	5.93 (10)	6.02	9.40
	6	6.20 (10)	5.66 (10)	5.93	9.00
	7	6.10 (10)	6.14 (10)	6.12	9.60
	8	5.30 (10)	5.35 (10)	5.33	9.00
	9	5.30 (10)	4.33 (10)	4.82	7.50
	10	5.10 (10)	4.07 (10)	4.59	10.00
	11	4.50 (10)	3.74 (10)	4.12	11.00
	12	5.67 (3)	3.62 (6)	4.64	11.60
	13	4.00 (1)	3.65 (2)	3.83	9.20
	Mean	5.55	5.21	5.38	9.87
	Max.	7.30	8.38	7.69	12.00
T22	1	4.20 (10)	3.64 (10)	3.92	5.00
	2	8.70 (10)	7.71 (10)	8.21	9.40
	3	5.40 (10)	5.42 (10)	5.41	8.70
	4	4.20 (10)	3.88 (10)	4.04	7.20
	5	3.60 (10)	4.11 (10)	3.86	7.20
	6	4.10 (10)	5.84 (10)	4.97	7.00
	7	4.20 (10)	6.77 (10)	5.49	6.20
	8	4.40 (10)	6.09 (10)	5.25	6.00
	9	4.10 (10)	5.25 (10)	4.68	5.60
	10	3.44 (9)	5.34 (10)	4.39	5.00
	11	3.33 (9)	4.60 (10)	3.97	5.00
	Mean	4.52	5.33	4.92	6.57
	Max.	8.70	7.71	8.21	9.40

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブ ロ ッ ク I Block I	ブ ロ ッ ク II Block II	平 均 値 mean	母 樹 mother tree
T23	1	2.88 (8)	3.46 (10)	3.17	2.40
	2	6.50 (8)	7.14 (10)	6.82	6.40
	3	4.38 (8)	6.23 (10)	5.30	8.60
	4	2.50 (8)	4.64 (10)	3.57	8.40
	5	2.38 (8)	3.72 (10)	3.05	5.40
	6	3.63 (8)	4.03 (10)	3.83	6.20
	7	3.25 (8)	5.09 (10)	4.17	6.20
	8	4.13 (8)	4.72 (10)	4.42	8.00
	9	3.88 (8)	4.34 (10)	4.11	8.20
	10	4.38 (8)	4.24 (10)	4.31	8.40
	11	4.00 (8)	4.03 (10)	4.02	7.20
	12	5.50 (2)	4.13 (4)	4.81	8.50
	Mean	3.95	4.65	4.30	6.99
	Max.	6.50	7.14	6.82	8.60
T24	1	3.10 (10)	3.00 (10)	3.05	6.20
	2	7.80 (10)	7.47 (10)	7.64	10.20
	3	6.60 (10)	5.84 (10)	6.22	10.20
	4	5.00 (10)	3.95 (10)	4.48	9.00
	5	4.10 (10)	3.34 (10)	3.72	8.50
	6	3.40 (10)	3.41 (10)	3.41	8.00
	7	4.00 (10)	3.52 (10)	3.76	6.50
	8	4.00 (10)	3.51 (10)	3.76	5.50
	9	4.10 (10)	3.46 (10)	3.78	4.90
	10	4.20 (10)	3.39 (10)	3.80	4.50
	11	3.78 (9)	3.38 (10)	3.58	4.70
	12	3.80 (5)	5.13 (4)	4.46	5.50
	13	6.00 (2)	4.60 (1)	5.30	5.50
	Mean	4.61	4.15	4.38	6.86
	Max.	7.80	7.47	7.64	10.20
T25	1	3.00 (10)	3.23 (10)	3.12	5.40
	2	7.10 (10)	7.14 (10)	7.12	5.60
	3	7.00 (10)	7.86 (10)	7.43	6.20
	4	6.30 (10)	5.78 (10)	6.04	6.40
	5	5.30 (10)	5.84 (10)	5.57	6.40
	6	5.90 (10)	5.74 (10)	5.82	8.00
	7	6.30 (10)	5.62 (10)	5.96	8.60
	8	5.60 (10)	5.89 (10)	5.75	8.40
	9	5.40 (10)	5.73 (10)	5.57	8.00
	10	4.80 (10)	5.54 (10)	5.17	6.70
	11	4.70 (10)	5.46 (10)	5.08	5.20
	12	3.50 (2)	5.30 (2)	4.40	3.70
	Mean	5.41	5.76	5.58	6.55
	Max.	7.10	7.86	7.43	8.60

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブ ロ ッ ク I Block I	ブ ロ ッ ク II Block II	平 均 値 mean	母 樹 mother tree
T26	1	3.50 (10)	4.01 (9)	3.76	2.40
	2	7.60 (10)	7.98 (9)	7.79	8.90
	3	6.50 (10)	6.42 (9)	6.46	6.90
	4	4.60 (10)	5.88 (9)	5.24	9.80
	5	4.30 (10)	5.30 (9)	4.80	6.60
	6	4.50 (10)	5.06 (9)	4.78	5.80
	7	4.70 (10)	5.31 (9)	5.01	4.30
	8	4.40 (10)	5.63 (9)	5.02	4.90
	9	4.60 (10)	5.44 (9)	5.02	4.80
	10	4.20 (10)	4.73 (9)	4.47	5.00
	11	4.10 (10)	4.61 (9)	4.36	3.50
	12	5.20 (5)	2.78 (5)	3.99	4.30
	13	1.00 (1)	1.30 (1)	1.15	6.80
	Mean	4.55	4.96	4.76	5.69
	Max.	7.60	7.98	7.79	9.80
T27	1	3.50 (10)	2.31 (10)	2.91	6.30
	2	7.50 (10)	6.60 (10)	7.05	9.30
	3	6.90 (10)	6.88 (10)	6.89	8.00
	4	5.40 (10)	4.65 (10)	5.03	8.50
	5	4.00 (10)	3.80 (10)	3.90	9.00
	6	4.00 (10)	3.85 (10)	3.93	8.40
	7	4.30 (10)	4.27 (10)	4.29	7.70
	8	4.30 (10)	4.34 (10)	4.32	7.70
	9	4.20 (10)	4.39 (10)	4.30	7.00
	10	4.30 (10)	3.89 (10)	4.10	7.00
	11	5.10 (10)	4.12 (9)	4.61	6.60
	Mean	4.86	4.46	4.66	7.77
	Max.	7.50	6.88	7.05	9.30
T28	1	3.90 (10)	3.10 (10)	3.50	1.00
	2	8.70 (10)	7.12 (10)	7.91	10.00
	3	5.90 (10)	5.61 (10)	5.76	9.00
	4	4.30 (10)	4.02 (10)	4.16	8.50
	5	4.00 (10)	3.49 (10)	3.75	7.50
	6	3.90 (10)	4.01 (10)	3.96	6.40
	7	3.30 (10)	4.11 (10)	3.71	6.00
	8	3.20 (10)	4.17 (10)	3.69	4.60
	9	3.00 (10)	3.43 (10)	3.22	5.00
	10	2.90 (10)	3.04 (10)	2.97	4.00
	11	2.60 (10)	2.00 (10)	2.30	3.50
	12	2.63 (8)	1.66 (5)	2.14	5.50
	Mean	4.03	3.81	3.92	5.92
	Max.	8.70	7.12	7.91	10.00

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブロック I Block I	ブロック II Block II	平均値 mean	母樹 mother tree
T29	1	3.60 (10)	4.06 (10)	3.83	5.60
	2	6.40 (10)	8.64 (10)	7.52	6.70
	3	6.30 (10)	7.83 (10)	7.07	4.30
	4	5.00 (10)	6.31 (10)	5.66	4.40
	5	4.20 (10)	5.76 (10)	4.98	3.30
	6	4.40 (10)	5.76 (10)	5.08	3.60
	7	4.30 (10)	5.90 (10)	5.10	1.50
	8	3.80 (10)	5.95 (10)	4.88	3.40
	9	3.20 (10)	5.69 (10)	4.45	3.00
	10	3.10 (10)	5.44 (10)	4.27	2.40
	11	3.00 (9)	5.06 (10)	4.03	2.60
	12	2.00 (1)	5.83 (6)	3.92	3.00
	Mean	4.11	6.02	5.06	3.65
	Max.	6.40	8.64	7.52	6.70
T30	1	3.60 (10)	2.64 (10)	3.12	7.20
	2	6.10 (10)	6.83 (10)	6.47	6.50
	3	5.00 (10)	5.20 (10)	5.10	5.20
	4	4.00 (10)	4.11 (10)	4.06	4.50
	5	3.00 (10)	3.46 (10)	3.23	5.20
	6	2.70 (10)	3.67 (10)	3.19	3.00
	7	2.80 (10)	3.47 (10)	3.14	5.60
	8	2.90 (10)	3.57 (10)	3.24	6.20
	9	3.20 (10)	3.49 (10)	3.35	6.20
	10	2.90 (10)	3.27 (10)	3.09	6.00
	11	2.30 (10)	2.52 (10)	2.41	5.40
	12	2.00 (5)	2.65 (4)	2.33	4.20
	Mean	3.38	3.74	3.56	5.43
	Max.	6.10	6.83	6.47	7.20
K31	1	4.43 (7)	3.44 (8)	3.93	4.00
	2	7.29 (7)	7.13 (8)	7.21	2.20
	3	7.14 (7)	6.34 (8)	6.74	0.80
	4	5.14 (7)	4.46 (8)	4.80	0.40
	5	3.57 (7)	3.59 (8)	3.58	0.10
	6	3.57 (7)	3.06 (8)	3.32	0.00
	7	2.86 (7)	3.66 (8)	3.26	1.20
	8	3.29 (7)	3.54 (8)	3.41	2.60
	9	3.00 (7)	3.73 (8)	3.36	3.30
	10	3.00 (7)	3.68 (8)	3.34	4.20
	11	2.71 (7)	3.39 (8)	3.05	4.00
	12	1.33 (3)	1.30 (2)	1.32	2.40
	Mean	3.94	3.94	3.94	2.10
	Max.	7.29	7.13	7.21	4.20

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)		平均値 mean	母樹 mother tree
		ブロック I Block I	ブロック II Block II		
K33	1	2.63 (8)	3.16 (7)	2.89	5.20
	2	5.38 (8)	7.17 (7)	6.27	8.60
	3	6.63 (8)	5.77 (7)	6.20	6.00
	4	5.25 (8)	3.59 (7)	4.42	5.80
	5	4.13 (8)	3.54 (7)	3.83	6.00
	6	4.50 (8)	3.64 (7)	4.07	5.40
	7	4.00 (8)	4.10 (7)	4.05	6.60
	8	3.38 (8)	3.26 (7)	3.32	6.00
	9	3.25 (8)	3.91 (7)	3.58	6.40
	10	3.38 (8)	3.69 (7)	3.53	6.40
	11	5.13 (8)	3.87 (7)	4.50	8.20
	Mean	4.33	4.15	4.24	6.42
	Max.	6.63	7.17	6.27	8.60
K34	1	3.71 (7)	2.19 (7)	2.95	6.70
	2	6.43 (7)	5.06 (7)	5.74	8.60
	3	5.57 (7)	5.73 (7)	5.65	7.80
	4	3.71 (7)	5.07 (7)	4.39	7.00
	5	2.86 (7)	3.54 (7)	3.20	5.80
	6	2.71 (7)	4.00 (7)	3.36	5.80
	7	2.86 (7)	3.69 (7)	3.27	6.00
	8	3.71 (7)	3.51 (7)	3.61	6.90
	9	3.29 (7)	3.11 (7)	3.20	6.30
	10	3.57 (7)	2.97 (7)	3.27	6.00
	11	3.43 (7)	3.04 (7)	3.24	5.70
	12	4.40 (5)	1.30 (1)	2.85	5.00
	Mean	3.85	3.60	3.73	6.47
	Max.	6.43	5.73	5.74	8.60
K35	1	3.29 (7)	2.10 (10)	2.69	12.60
	2	6.86 (7)	5.55 (10)	6.20	12.00
	3	8.14 (7)	6.83 (10)	7.49	12.00
	4	6.43 (7)	6.28 (10)	6.35	13.20
	5	4.57 (7)	4.92 (10)	4.75	12.00
	6	3.57 (7)	4.69 (10)	4.13	10.00
	7	3.43 (7)	5.71 (10)	4.57	10.00
	8	3.29 (7)	5.72 (10)	4.50	8.60
	9	3.29 (7)	5.81 (10)	4.55	5.80
	10	3.00 (7)	5.96 (10)	4.48	5.40
	11	2.43 (7)	5.78 (10)	4.10	5.20
	12	5.00 (3)	5.40 (3)	5.20	4.60
	Mean	4.44	5.40	4.92	9.28
	Max.	8.14	6.83	7.49	13.20

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブロック I Block I	ブロック II Block II	平均値 mean	母樹 mother tree
K36	1	3.10 (10)	3.38 (9)	3.24	6.00
	2	6.80 (10)	6.74 (9)	6.77	3.80
	3	6.30 (10)	6.44 (9)	6.37	3.20
	4	4.30 (10)	4.56 (9)	4.43	2.60
	5	2.80 (10)	3.81 (9)	3.31	2.20
	6	1.50 (10)	4.49 (9)	2.99	2.00
	7	1.90 (10)	3.68 (9)	2.79	2.10
	8	1.80 (10)	4.01 (9)	2.91	2.50
	9	2.10 (10)	3.99 (9)	3.04	2.50
	10	2.00 (10)	4.01 (9)	3.01	2.50
	11	3.00 (8)	3.36 (8)	3.18	2.10
	12	2.75 (4)	4.00 (1)	3.38	2.00
	13	2.00 (2)	4.30 (1)	3.15	1.50
	Mean	3.10	4.37	3.74	2.69
	Max.	6.80	6.74	6.77	6.00
K39	1	2.43 (7)	2.83 (7)	2.63	5.60
	2	6.00 (7)	6.24 (7)	6.12	5.80
	3	5.57 (7)	5.89 (7)	5.73	4.40
	4	3.29 (7)	4.03 (7)	3.66	4.80
	5	2.00 (7)	4.47 (7)	3.24	5.20
	6	2.14 (7)	4.99 (7)	3.56	4.80
	7	3.00 (7)	6.03 (7)	4.51	3.60
	8	4.00 (7)	6.09 (7)	5.04	6.80
	9	3.71 (7)	5.53 (7)	4.62	5.40
	10	3.14 (7)	5.36 (7)	4.25	6.00
	11	4.43 (7)	5.96 (7)	5.19	5.40
	Mean	3.61	5.22	4.41	5.25
	Max.	6.00	6.24	6.12	6.80
K40	1	3.43 (7)	1.96 (7)	2.69	5.20
	2	6.43 (7)	6.26 (7)	6.34	4.80
	3	4.86 (7)	6.37 (7)	5.61	2.80
	4	3.57 (7)	3.86 (7)	3.71	3.00
	5	3.14 (7)	2.47 (7)	2.81	3.00
	6	2.86 (7)	1.69 (7)	2.27	6.40
	7	2.43 (7)	2.07 (7)	2.25	6.40
	8	2.43 (7)	1.93 (7)	2.18	5.80
	9	2.14 (7)	2.59 (7)	2.36	5.00
	10	2.00 (7)	2.57 (7)	2.29	5.60
	11	1.86 (7)	2.41 (7)	2.14	6.00
	12	2.00 (4)	3.65 (2)	2.83	7.20
	Mean	3.10	3.15	3.12	5.10
	Max.	6.43	6.37	6.34	7.20

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)		平 均 値 mean	母 樹 mother tree
		ブ ロ ッ ク I Block I	ブ ロ ッ ク II Block II		
K41	1	2.71 (7)	3.09 (7)	2.90	5.40
	2	6.57 (7)	6.04 (7)	6.31	5.20
	3	6.00 (7)	5.50 (7)	5.75	5.00
	4	3.57 (7)	3.50 (7)	3.54	3.40
	5	3.57 (7)	3.34 (7)	3.46	4.40
	6	4.71 (7)	3.27 (7)	3.99	6.10
	7	4.29 (7)	2.34 (7)	3.31	4.60
	8	3.43 (7)	2.93 (7)	3.18	5.70
	9	3.14 (7)	3.46 (7)	3.30	4.40
	10	2.71 (7)	3.03 (7)	2.87	3.60
	11	2.57 (7)	3.24 (7)	2.91	3.00
	12	3.40 (5)	4.40 (3)	3.90	4.80
	Mean	3.89	3.68	3.78	4.63
	Max.	6.57	6.04	6.31	6.10
K44	1	2.57 (7)	3.97 (7)	3.27	7.40
	2	5.71 (7)	7.50 (7)	6.61	10.70
	3	5.29 (7)	6.83 (7)	6.06	9.00
	4	4.43 (7)	4.60 (7)	4.51	6.80
	5	4.14 (7)	4.20 (7)	4.17	7.00
	6	4.86 (7)	4.53 (7)	4.69	7.60
	7	4.71 (7)	4.54 (7)	4.63	8.20
	8	4.43 (7)	4.59 (7)	4.51	6.10
	9	4.86 (7)	4.51 (7)	4.69	7.00
	10	4.57 (7)	4.06 (7)	4.31	6.30
	11	4.43 (7)	3.40 (6)	3.91	6.00
	12	6.00 (2)	1.88 (4)	3.94	4.80
	Mean	4.67	4.55	4.61	7.24
	Max.	6.00	7.50	6.61	10.70
K45	1	2.63 (8)	2.32 (10)	2.47	3.60
	2	5.88 (8)	5.49 (10)	5.68	3.40
	3	5.25 (8)	4.95 (10)	5.10	2.20
	4	3.63 (8)	3.52 (10)	3.57	2.60
	5	3.00 (8)	2.82 (10)	2.91	3.60
	6	3.88 (8)	2.99 (10)	3.43	2.00
	7	4.13 (8)	2.73 (10)	3.43	0.60
	8	4.63 (8)	3.13 (10)	3.88	2.00
	9	3.88 (8)	2.99 (10)	3.43	0.90
	10	3.63 (8)	2.75 (10)	3.19	0.90
	11	3.71 (7)	3.17 (10)	3.44	0.20
	12	3.50 (2)	6.45 (2)	4.98	0.20
	Mean	3.98	3.61	3.79	1.85
	Max.	5.88	6.45	5.68	3.60

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブ ロ ッ ク I Block I	ブ ロ ッ ク II Block II	平 均 値 mean	母 樹 mother tree
K46	1	3.71 (7)	3.16 (8)	3.44	9.30
	2	6.29 (7)	5.14 (8)	5.71	13.00
	3	5.57 (7)	5.35 (8)	5.46	7.20
	4	4.71 (7)	4.23 (8)	4.47	7.60
	5	3.71 (7)	2.44 (8)	3.08	7.60
	6	3.29 (7)	2.60 (8)	2.94	8.80
	7	3.29 (7)	2.75 (8)	3.02	9.20
	8	3.57 (7)	2.98 (8)	3.27	9.30
	9	3.00 (7)	3.79 (8)	3.39	7.60
	10	2.67 (6)	4.03 (8)	3.35	7.80
	11	2.50 (6)	3.50 (8)	3.00	6.50
	Mean Max.	3.85 6.29	3.63 5.35	3.74 5.71	8.54 13.00
K47	1	2.90 (10)	3.17 (10)	3.04	3.30
	2	5.40 (10)	5.73 (10)	5.57	3.50
	3	4.50 (10)	3.80 (10)	4.15	5.30
	4	2.30 (10)	2.24 (10)	2.27	3.80
	5	2.10 (10)	1.50 (10)	1.80	2.60
	6	1.60 (10)	2.18 (10)	1.89	1.80
	7	1.90 (10)	2.28 (10)	2.09	1.10
	8	1.80 (10)	1.91 (10)	1.86	0.30
	9	1.40 (10)	1.40 (10)	1.40	-0.60
	10	1.90 (10)	1.82 (10)	1.86	-0.60
	11	1.60 (10)	2.08 (9)	1.84	-1.10
	12	2.50 (2)	2.28 (5)	2.39	-0.80
	Mean Max.	2.49 5.40	2.53 5.73	2.51 5.57	2.07 5.30
K50	1	3.44 (9)	3.39 (7)	3.42	10.30
	2	6.89 (9)	6.49 (7)	6.69	9.70
	3	5.22 (9)	5.66 (7)	5.44	6.40
	4	4.33 (9)	4.33 (7)	4.33	3.00
	5	3.22 (9)	3.60 (7)	3.41	1.60
	6	2.00 (9)	3.51 (7)	2.76	0.60
	7	1.67 (9)	3.40 (7)	2.53	0.70
	8	1.89 (9)	2.64 (7)	2.27	1.80
	9	1.78 (9)	2.47 (7)	2.12	2.50
	10	1.78 (9)	1.90 (7)	1.84	2.50
	11	2.44 (9)	1.81 (7)	2.13	2.60
	12	3.00 (4)	3.97 (3)	3.48	2.80
	Mean Max.	3.14 6.89	3.60 6.49	3.37 6.69	3.71 10.30

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブ ロ ッ ク I Block I	ブ ロ ッ ク II Block II	平 均 値 mean	母 樹 mother tree
K52	1	2.67 (9)	2.74 (8)	2.70	5.00
	2	5.67 (9)	5.73 (8)	5.70	5.20
	3	5.22 (9)	4.49 (8)	4.85	3.60
	4	3.89 (9)	2.78 (8)	3.33	-0.60
	5	2.00 (9)	2.51 (8)	2.26	-1.80
	6	1.89 (9)	2.69 (8)	2.29	-1.60
	7	1.89 (9)	2.60 (8)	2.24	-1.60
	8	2.11 (9)	2.28 (8)	2.19	-0.80
	9	1.44 (9)	3.06 (8)	2.25	-1.10
	10	1.33 (9)	3.48 (8)	2.40	0.60
	11	2.11 (9)	2.95 (8)	2.53	1.70
	Mean	2.75	3.21	2.98	2.15
	Max.	5.67	5.73	5.70	5.20
K53	1	3.86 (7)	3.17 (7)	3.51	7.90
	2	7.00 (7)	7.40 (7)	7.20	9.60
	3	5.86 (7)	5.17 (7)	5.51	10.80
	4	4.00 (7)	3.60 (7)	3.80	8.50
	5	3.00 (7)	2.54 (7)	2.77	9.20
	6	3.43 (7)	1.70 (7)	2.56	8.80
	7	4.14 (7)	2.80 (7)	3.47	8.60
	8	4.29 (7)	3.20 (7)	3.74	8.70
	9	2.86 (7)	2.50 (7)	2.68	7.40
	10	1.86 (7)	2.41 (7)	2.14	7.00
	11	1.71 (7)	2.47 (7)	2.09	6.60
	12	2.50 (2)	1.44 (5)	1.97	5.20
	Mean	3.71	3.20	3.45	8.19
	Max.	7.00	7.40	7.20	10.80
K54	1	3.43 (7)	2.73 (7)	3.08	4.30
	2	6.29 (7)	5.97 (7)	6.13	4.90
	3	4.29 (7)	5.76 (7)	5.02	4.90
	4	3.86 (7)	4.10 (7)	3.98	6.00
	5	2.43 (7)	4.46 (7)	3.44	7.10
	6	2.14 (7)	3.77 (7)	2.96	5.80
	7	3.14 (7)	4.30 (7)	3.72	5.40
	8	1.86 (7)	3.69 (7)	2.77	5.00
	9	2.29 (7)	3.83 (7)	3.06	4.50
	10	2.29 (7)	4.13 (7)	3.21	5.00
	11	2.43 (7)	3.49 (7)	2.96	5.40
	Mean	3.13	4.20	3.67	5.30
	Max.	6.29	5.97	6.13	7.10

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)			
		ブ ロ ッ ク I Block I	ブ ロ ッ ク II Block II	平 均 値 mean	母 樹 mother tree
K55	1	3.29 (7)	2.43 (7)	2.86	4.20
	2	6.71 (7)	7.40 (7)	7.06	5.20
	3	6.29 (7)	5.91 (7)	6.10	4.70
	4	5.57 (7)	3.64 (7)	4.61	4.20
	5	4.86 (7)	3.87 (7)	4.36	5.50
	6	4.43 (7)	3.67 (7)	4.05	7.00
	7	5.00 (7)	5.06 (7)	5.03	6.70
	8	4.00 (7)	6.71 (7)	4.86	5.80
	9	3.86 (7)	4.59 (7)	4.22	5.50
	10	4.17 (6)	4.19 (7)	4.18	5.50
	11	3.33 (6)	3.93 (7)	3.63	5.90
	12	1.00 (1)	4.43 (6)	2.72	5.80
	Mean	4.38	4.57	4.47	5.50
	Max.	6.71	7.40	7.06	7.00
K56	1	3.00 (7)	3.43 (7)	3.21	6.60
	2	6.71 (7)	6.41 (7)	6.56	4.80
	3	7.29 (7)	6.97 (7)	7.13	5.60
	4	5.29 (7)	4.61 (7)	4.95	3.80
	5	2.86 (7)	3.64 (7)	3.25	1.60
	6	3.29 (7)	3.34 (7)	3.31	2.00
	7	3.29 (7)	4.36 (7)	3.82	3.70
	8	3.86 (7)	4.91 (7)	4.39	6.40
	9	4.14 (7)	4.74 (7)	4.44	7.00
	10	3.43 (7)	4.97 (7)	4.20	6.80
	11	3.43 (7)	4.44 (7)	3.94	7.00
	12	5.00 (2)	4.95 (2)	4.98	7.80
	13	3.00 (1)	1.50 (2)	2.25	6.60
	Mean	4.20	4.48	4.34	5.36
	Max.	7.29	6.97	7.13	7.80
K59	1	3.63 (8)	3.87 (7)	3.75	8.30
	2	7.38 (8)	6.89 (7)	7.13	12.90
	3	6.25 (8)	5.33 (7)	5.79	12.30
	4	3.38 (8)	4.04 (7)	3.71	12.20
	5	2.88 (8)	2.50 (7)	2.69	12.70
	6	3.88 (8)	2.60 (7)	3.24	12.60
	7	4.63 (8)	2.33 (7)	3.48	10.30
	8	4.25 (8)	2.66 (7)	3.45	10.00
	9	4.13 (8)	2.26 (7)	3.19	9.20
	10	3.88 (8)	2.63 (7)	3.25	9.00
	11	4.25 (8)	2.39 (7)	3.32	8.60
	12	2.00 (1)	3.65 (2)	2.83	8.00
	Mean	4.21	3.43	3.82	10.51
	Max.	7.38	6.89	7.13	12.90

Table 1. (つづき) (Continued)

家系名 Family No.	髄からの年輪数 Ring No. from pith	繊維傾斜度 Slope of grain (%)		平均値 mean	母樹 mother tree
		ブロック I Block I	ブロック II Block II		
K61	1	2.33 (6)	3.16 (7)	2.75	8.80
	2	4.50 (6)	5.80 (7)	5.15	6.80
	3	4.67 (6)	5.83 (7)	5.25	5.20
	4	3.83 (6)	4.30 (7)	4.07	3.30
	5	4.00 (6)	2.73 (7)	3.36	4.00
	6	2.83 (6)	3.64 (7)	3.24	6.60
	7	2.83 (6)	3.73 (7)	3.28	6.60
	8	2.67 (6)	3.91 (7)	3.29	7.80
	9	2.50 (6)	2.79 (7)	2.64	6.60
	10	2.00 (5)	3.06 (7)	2.53	6.00
	11	1.67 (3)	2.79 (7)	2.23	4.30
	Mean	3.08	3.79	3.43	6.00
	Max.	4.67	5.83	5.25	8.80

Note) (): 試料数 Number of samples

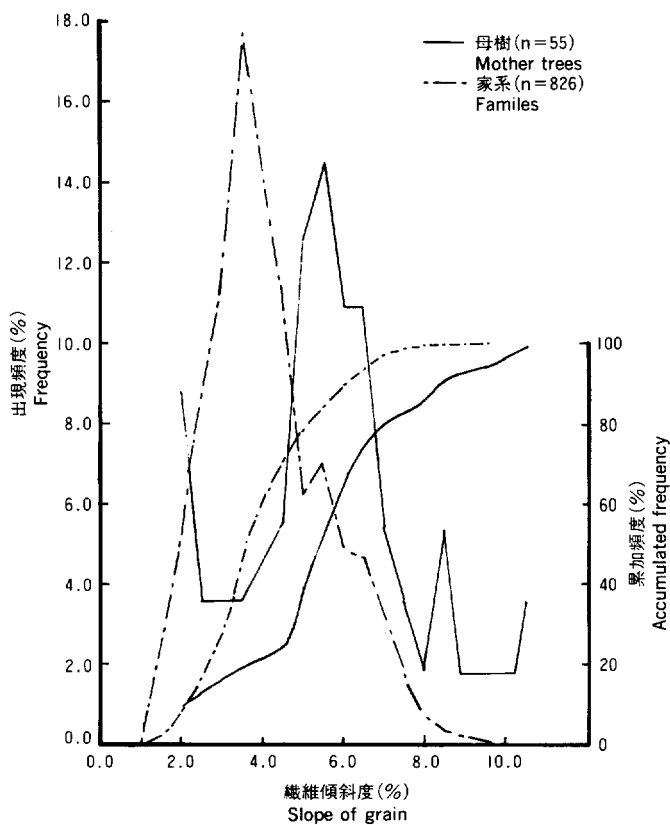


Fig.1. 母樹と家系の平均繊維傾斜度の出現頻度

Frequency of the mean slope of grain of mother trees and families.

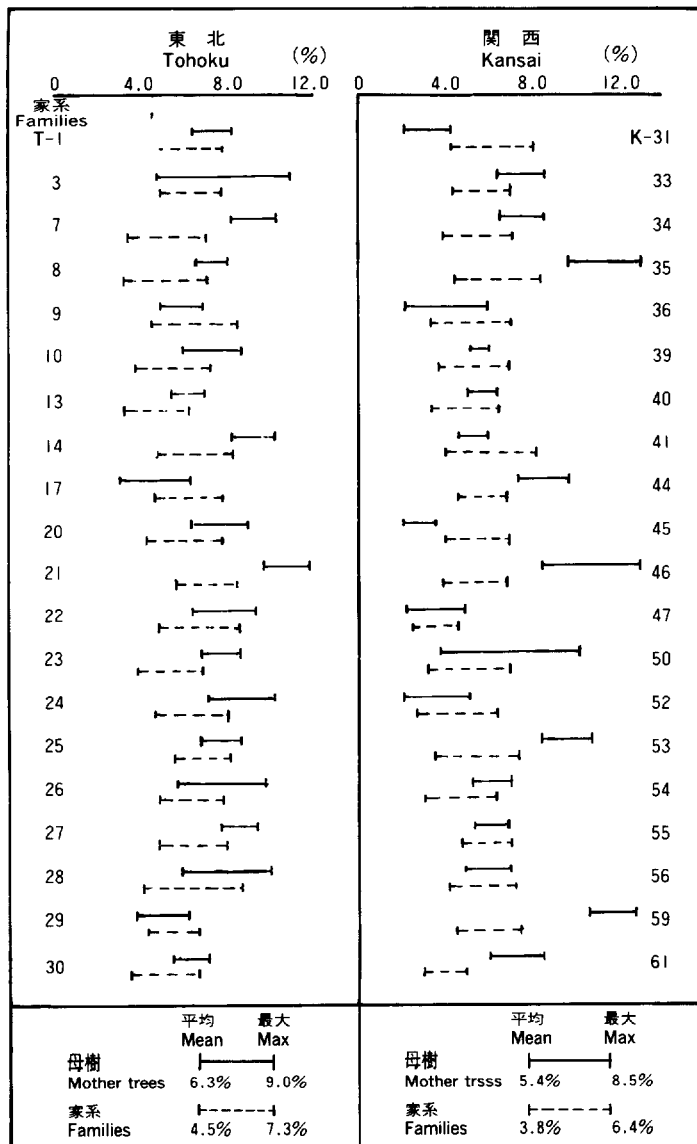


Fig.2. 母樹と家系の最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜の変動

Variation in the maximum and mean slope of grain of mother trees and families.

図は、S 4.7~9.4%, 平均 8.9%, モードは 7% である。これを産地別によると、東北は、6.3~9.4%, 平均 7.9%, 関西は、4.7~8.4%, 平均 6.9% で東北産に比べ関西産の家系がわずかに小さい値を示した。

2.2 家系内個体における最大繊維傾斜と平均繊維傾斜の関係

各家系の 6~10 個体について、髓から第 11 年輪までに現れる最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度との関係を求め、全家系についてその結果を Fig. 4 に示す。それによると、最大と平均繊維傾斜度の

相関係数は、 $r = 0.783$ で 1% 水準で有意である。

このことから家系の最大繊維傾斜度を、各家系の繊維傾斜度を代表する値とみなすことが出来る。また、この最大値の出現はかなり早期で、全家系の平均は髓から 4.4 年輪目であった。

2.3 母樹と家系の平均繊維傾斜度の年次変動

母樹と家系の髓から第 11 年輪までの平均繊維傾斜度の変動のいくつかの例を、Fig. 5, 6 に示した。それによると、母樹の繊維傾斜度の最大値は、家系のそれに比べ大きく、髓から第 2～7 年輪に認められる。また Fig. 6 の K 52 にみられるように母樹では傾斜の方向が S から Z に変化しているものも見受けられる。これに対し家系で最大繊維傾斜度が現れるのは、髓からは第 2～3 年輪に

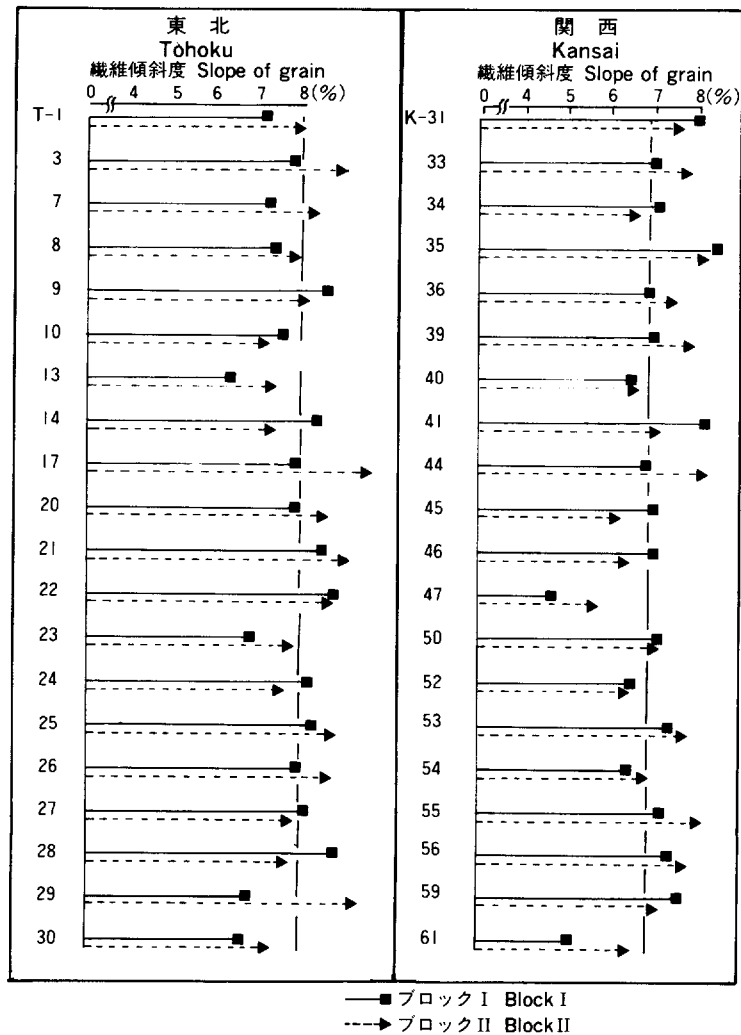


Fig. 3. 家系の最大繊維傾斜度の差異

Difference in the maximum slope of grain in the families.

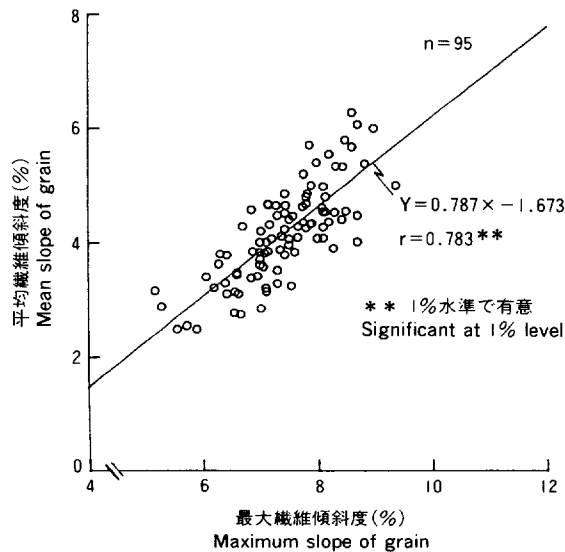


Fig.4. 全家系の最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度との関係

Relation between the maximum and the mean slope of grain families.

集中し、いずれもS傾斜の範囲内で変動している。

ブロックⅠとⅡに共通して試料が得られたのは東北20、関西20の計40家系で、それらの母樹と家系の各年次の繊維傾斜度について相関および回帰を求め、産地、家系別にまとめTable 2に示す。それによると5%または1%水準で有意な相関が認められたのは、各産地とも6家系、合計12家系で全体の30%に過ぎない。

2.4 母樹の成熟材部の繊維傾斜度と家系の繊維傾斜度との関係

母樹の髄から第20年輪までと、第21年輪から最外部まで(成熟材部)の最大および平均繊維傾斜度と、その家系の髄から第11年輪までの最大および平均繊維傾斜度について、親子の関係を検討した。これらのなかで、家系と母樹が5%水準で相関が認められたのは、20年輪までの平均繊維傾斜度だけであった。また、母樹がきわめて小さい繊維傾斜度(Type 5, P.50 参照)を示す4家系(57個体)のうち17個体にきわめて小さい繊維傾斜度が出現し、およそ30%のものが母樹ときわめて似ているといえる。

2.5 家系の各年次の平均繊維傾斜度の産地および産地内家系間差について

家系の各年次の繊維傾斜度の平均値を用いて分散分析を行い、その結果をTable 3に示す。それによるとブロック間差は、髄から第1年輪で5%水準で有意差がみられるが第2～4年輪まではみられず、第5から11年輪まで連続して1%水準で有意差がある。

また、繊維傾斜度の家系平均値の東北と関西の産地差は、髄から3年輪目を除き、すべての年輪において1%水準で有意であった。さらに、産地ごとの家系間では、髄に近い第1～2年輪を除き、1%水準で有意差があった。

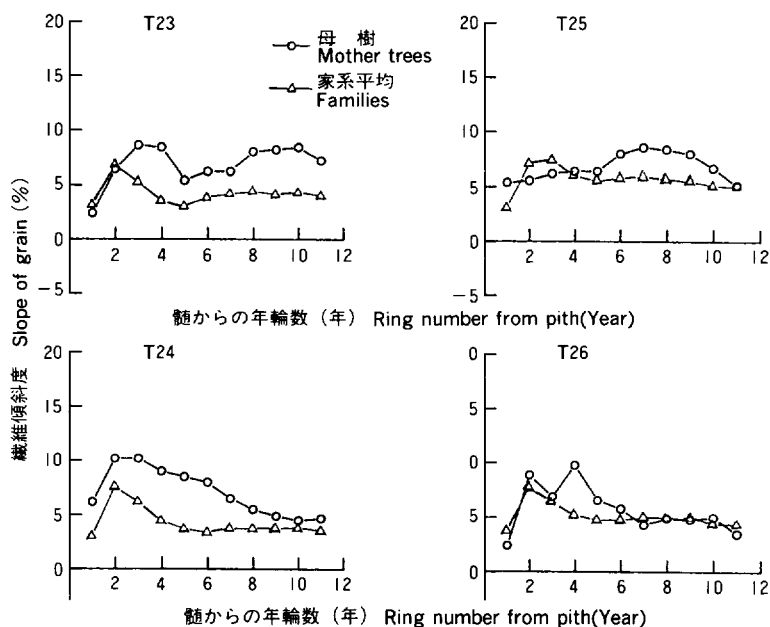


Fig. 5. 母樹と家系の繊維傾斜度の年次変動

Variation the slope of grain with ring number from pith of mother trees and families.

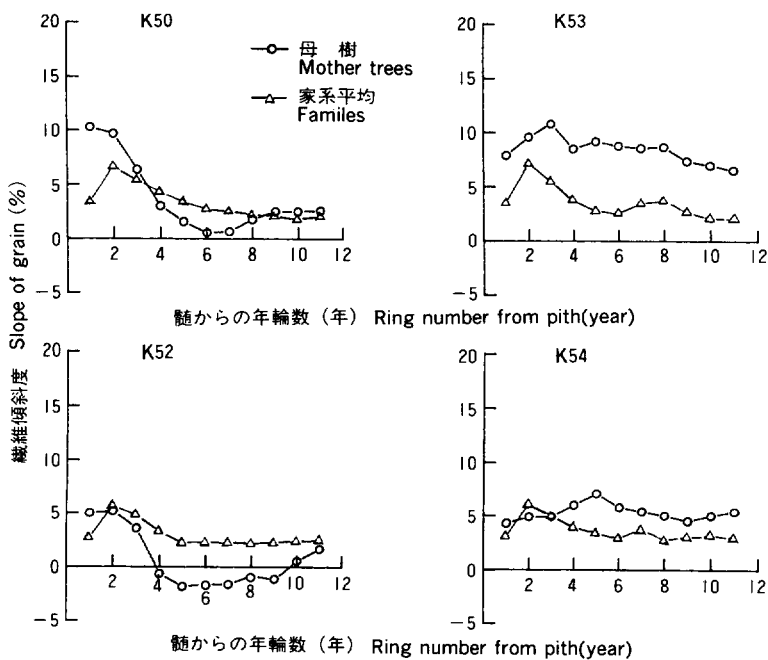


Fig. 6. 母樹と家系の繊維傾斜度の年次変動

Variation in the slope of grain with ring number from pith of mother trees and families.

Table 2. 繊維傾斜度の親子相関と親子回帰
Correlation coefficients and regressions of the slope of
grain between mother trees and families.

東 北 Tohoku			関 西 Kansai		
家 系 Families	相 関 Correlation coefficient	回 帰 Regression	家 系 Families	相 関 Correlation coefficient	回 帰 Regression
T- 1	-0.110	-0.105	K- 31	-0.249	-0.221
3	.358	.106	33	.543	.555
7	-.591	-.895	34	.897**	.972
8	.817**	1.352	35	.356	.154
9	.189	.185	36	.292	.358
10	.403	.256	39	.088	.112
13	.115	.121	40	-.563	-.608
14	-.422	-.351	41	.349	.414
17	-.652	-.550	44	.809**	.537
20	-.211	-.148	45	.128	.096
21	-.169	-.169	46	.413	.237
22	.690 *	.577	47	.679 *	.406
23	.336	.192	50	.682 *	.307
24	.719**	.461	52	.722**	.322
25	.170	.154	53	.732**	.936
26	.712**	.353	54	-.080	-.106
27	.525	.674	55	-.028	-.036
28	.756**	.431	56	.205	.134
29	.592 *	.421	59	.430	.313
30	.127	.131	61	-.148	-.089

Note)

** : 1%レベルで有意

* : 5%レベルで有意

Significant at 1% level

Significant at 5% level

2.6 繊維傾斜度の遺伝率の推定

遺伝率の推定に当たっては、家系の分散成分および親子の回帰係数による方法を用いた。このためには比重、年輪構造および仮道管長などの形質の検討に用いた同じ関西、東北それぞれ18で合計36の家系について検討した。

東北と関西の産地別に分け、最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度とを用いて、分散分析した結果をTable 4に示す。それによると平均繊維傾斜度は、両産地の家系間ともに5%水準で有意差が認められる。しかし最大繊維傾斜度については、東北産では有意差がみられないが、関西産では1%水準で有意差があった。Table 4に示した数値に基づいて遺伝率の推定を行った結果をTable 5に示した。これによると、最大繊維傾斜度では関西で25.9%、東北で7.4%、平均繊維傾斜度では前者が40.2%、後者が32.0%が推定された。なお分散成分による遺伝率は次式によって求めた。

$$\text{遺伝率 } h^2 = \frac{4 \times \sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2} \times 100\%$$

Table 3. 子供家系の各年次の繊維傾斜度（家系平均値）についての分散分析表
 Analysis of variance of slope of grain in every ring of the families(mean value).

因子 Factor		D.F	S.S	M.S	F
髄から 1 年輪目 The first ring from pith	ブロック Block	1	0.460	0.460	1.851 *
	家 系 Family	39	12.605		
	産 地 Provenance	1	1.164	1.164	3.866**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	11.441	0.301	1.210
	誤 差 Error	39	9.702	0.249	
	全 体 Total	79	22.768		
髄から 2 年輪目 The second ring from pith	ブロック Block	1	0.244	0.244	0.453
	家 系 Family	39	42.524		
	産 地 Provenance	1	18.221	18.221	28.491**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	24.303	0.640	1.184
	誤 差 Error	39	21.062	0.540	
	全 体 Total	79	63.830		
髄から 3 年輪目 The third ring from pith	ブロック Block	1	0.008	0.008	0.020
	家 系 Family	39	44.413		
	産 地 Provenance	1	1.152	1.152	1.012
	産地内家系 Fam. in PR.	38	43.261	1.138	2.750**
	誤 差 Error	39	16.144	0.414	
	全 体 Total	79	60.565		
髄から 4 年輪目 The fourth ring from pith	ブロック Block	1	0.029	0.029	0.082
	家 系 Family	39	55.351		
	産 地 Provenance	1	3.828	3.828	2.823**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	51.523	1.536	3.766**
	誤 差 Error	39	14.040	0.360	
	全 体 Total	79	69.420		
髄から 5 年輪目 The fifth ring from pith	ブロック Block	1	1.808	1.808	3.977**
	家 系 Family	39	57.145		
	産 地 Provenance	1	13.057	13.057	11.254**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	44.088	1.160	2.552**
	誤 差 Error	39	17.732	0.455	
	全 体 Total	79	76.686		
髄から 6 年輪目 The sixth ring from pith	ブロック Block	1	2.426	2.426	3.868**
	家 系 Family	39	72.027		
	産 地 Provenance	1	20.140	20.140	14.737**

Table 3. (つづき) (Continued)

因子 Factor		D.F	S.S	M.S	F
髄から6年輪目 The sixth ring from pith	産地内家系 Fam. in PR.	38	51.931	1.367	2.179 *
	誤 差 Error	39	24.459	0.627	
	全 体 Total	79	98.957		
髄から7年輪目 The seventh ring from pith	ブロック Block	1	5.132	5.132	6.568**
	家 系 Family	39	84.582		
	産 地 Provenance	1	17.066	17.066	9.605**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	67.516	1.777	2.274**
	誤 差 Error	39	30.472	0.781	
	全 体 Total	79	120.186		
髄から8年輪目 The eighth ring from pith	ブロック Block	1	5.259	5.259	9.484**
	家 系 Family	39	81.146		
	産 地 Provenance	1	13.317	13.317	7.461**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	67.829	1.785	3.219**
	誤 差 Error	39	21.628	0.555	
	全 体 Total	79	108.034		
髄から9年輪目 The ninth ring from pith	ブロック Block	1	5.535	5.535	11.913**
	家 系 Family	39	75.030		
	産 地 Provenance	1	14.595	14.595	9.177**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	60.435	1.590	3.423**
	誤 差 Error	39	18.120	0.465	
	全 体 Total	79	98.685		
髄から10年輪目 The tenth ring from pith	ブロック Block	1	6.500	6.500	12.166**
	家 系 Family	39	58.194		
	産 地 Provenance	1	10.841	10.841	8.700**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	47.353	1.246	2.332**
	誤 差 Error	39	20.837	0.534	
	全 体 Total	79	85.531		
髄から11年輪目 The eleventh ring from pith	ブロック Block	1	3.412	3.412	7.245**
	家 系 Family	39	58.800		
	産 地 Provenance	1	6.155	6.155	4.443**
	産地内家系 Fam. in PR.	38	52.645	1.385	2.942**
	誤 差 Error	39	18.367	0.471	
	全 体 Total	79	80.580		

Table 4. 家系の最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度分散分析と遺伝率
Analysis of variance of maximum and mean slopes of grains of families.

産地 Provenence	形 質 Trait	要 因 Factor	自由度 D.F.	平方和 S.S.	平均平方和 M.S.	分 散 1 F 1	分 散 2 F 2
関 西 Kansai	最 大 繊 維 傾 斜 度 Maximum slope of grain	全 体 Total	251	795.01			
		家 系 Family	17	99.76	5.87	1.91	3.35**
		ブロック Block	1	0.79	0.79	0.26	0.45
		交互作用 Interaction	17	29.80	1.76	0.57	
		誤 差 Error	216	664.65	3.08		
	平 均 繊 維 傾 斜 度 Mean slope of grain	全 体 Total	251	565.70			
		家 系 Family	17	88.87	5.23	2.53	3.19 *
		ブロック Block	1	2.13	2.14	1.03	1.31
		交互作用 Interaction	17	27.83	1.64	0.79	
		誤 差 Error	216	446.86	2.07		
東 北 Tohoku	最 大 繊 維 傾 斜 度 Maximum slope of grain	全 体 Total	251	889.70			
		家 系 Family	17	114.71	6.75	2.16	1.16
		ブロック Block	1	0.01	0.01	0.00	0.00
		交互作用 Interaction	17	98.88	5.81	1.86	
		誤 差 Error	216	676.08	3.13		
	平 均 繊 維 傾 斜 度 Mean slope of grain	全 体 Total	251	848.62			
		家 系 Family	17	117.50	6.91	2.20	2.48 *
		ブロック Block	1	5.32	5.32	1.69	1.91
		交互作用 Interaction	17	47.33	2.78	0.88	
		誤 差 Error	216	678.48	3.14		

(Note)

** : 1%レベルで有意

Significant at 1% level

* : 5%レベルで有意

Significant at 5% level

Table 5. 繊維傾斜度の遺伝率（%）
Heritability estimates of slope of grain.

産 地 Provenance	母 樹：東北産 Mother trees : Tohoku		母 樹：関西産 Mother trees : Kansai	
繊維傾斜 Slope of grain	平均繊維傾斜度 Mean slope of grain	最大繊維傾斜度 Max. slope of grain	平均繊維傾斜度 Mean slope of grain	最大繊維傾斜度 Max. slope of grain
親子回帰 Regression of mother and families	0	18	21	14.0
相関係数 Correlation	-0.05	0.29	0.36	0.31
分散分析 Analysis of variance	7.0	32.0	40.0	26.0

σ_s^2 = 家系間分散 σ_p^2 = 交互作用分散

σ_e^2 = 誤差分散

一方、親子の回帰係数を2倍して得られる遺伝率は、Table 5 に示したように最大繊維傾斜度で東北産が18.0%、関西産が14.0%、平均繊維傾斜度では、東北産が0%、関西産が21.0%と推定された。

これらの値は、Nichollsらが8年生の*Pinus radiata*で求めた広義の遺伝力0.28より、関西産の平均繊維傾斜度の遺伝力がややたかく、またZobel⁴⁾が同じく8年生*Pinus radiata*で求めた狭義の遺伝力0.66に比べると低い。さらに、Nichollsらが*Pinus radiata*クローン（円盤齢12年生）における遺伝力0.45は、今回供試した関西産アカマツで得られた平均繊維傾斜度の0.40にかなり近い。このほかに、筆者⁶⁾のカラマツ・クローン、11年生の平均繊維傾斜度の反復力の値0.27、同じく最大繊維傾斜度で0.54の値、三上ら⁷⁾のカラマツ・クローン、8年生の平均値の年輪別の反復力の値として0.35~0.42、同じく最大値で0.49などが得られている。

摘 要

この報告は、母樹から種子を採取し、育成したアカマツの家系の樹幹の繊維傾斜度が、どのように変動するか検討し、産地、家系内および家系間の差異を求め、親子回帰および分散成分により遺伝率の推定を行った。結果の概要はおよそ次のようである。

- 1) 家系の樹幹内の繊維傾斜度を代表する値としては、母樹の場合と同様に最大繊維傾斜度が樹幹の平均値と高い相関があり、早期に現れるので適当である（Table 1, Fig. 4）。
- 2) 母樹と家系の最大繊維傾斜度と平均繊維傾斜度を、産地別に比較すると、関西産は両者ともやや小さい（Fig. 2）。
- 3) 産地内家系の平均繊維傾斜度は、各年輪において、1%水準で有意差がある（Table 3）。試料の樹齢の低いことから考えて繊維傾斜度の小さい家系を早期に選出できる可能性は高いものと思われる。
- 4) 母樹がきわめて小さい繊維傾斜度を示す4家系の個体（57個体）のうち17個体にきわめて

小さい繊維傾斜度が出現し、およそ 30%のものが母樹ときわめて似ているといえる。

- 5) 親子回帰を 2 倍して得られる遺伝率は、最大繊維傾斜度で東北産が 18.0%、関西産が 14.0%、平均繊維傾斜度ではそれぞれ 0 %、21.0%と推定された (Table 4)。

また、分散分析による遺伝率は最大繊維傾斜度で、東北産は 7.4%、関西産は 25.9%、平均繊維傾斜度は前者は 32.0%、後者は 40.2%であると推定された (Table 4)。

引用文献

- ①) 中川伸策：カラマツ樹幹内における旋回木理の分布とその出現型，林試研報，**248**，97～120 (1972)
- ②) 中川伸策：アカマツ繊維傾斜度，林試研報，**335**，15～30 (1986)
- 3) NICHOLLS. J.W.P. DADSWELL. H.E. and FIELDING. J.H. : The heritability of wood Characteristics of *Pinus radiata*, Silva Genetica, **13**, 68～71, (1964)
- 4) ZOBEL. B.J. : Inheritance of spiral grain Paper Presented at the meeting of IUFRO Sect. **41**. (1965)
- 5) NICHOLLS. J.W.P. : Preliminary observation on the change with age of the heritability of certain wood characters in *Pinus radiata* Clones, Silv. Gen., **16**. 18～20. (1967a)
- 6) 中川伸策：カラマツの母樹とクローンの繊維傾斜度の関係，林試研報，**312**，21～43 (1980)
- 7) 三上 進・渡辺 操・太田 昇： カラマツの繊維傾斜度におけるクローン間変動，日林誌，**54**，213～217 (1972)

**Variations, Parent-Offspring Correlations and
Heritabilities on the Slope of Grain Traits
of Open-Pollinated Families Akamatsu
(*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.)**

Shinsaku NAKAGAWA:⁽¹⁾

Summary

The slope of grain of open-pollinated families of Akamatsu, *Pinus densiflora* Sieb. & Zucc., which were from the Iwate test plantation was studied in relation to the ring number from pith and discussed in comparison with that of their mother trees which were from two districts, Tohoku and Kansai. Moreover, variations in the slope of grain within and between families and between provenances were examined, together with parent-offspring correlations.

The maximum value of each family was found in the ring near the pith, as in each of their mother trees. The maximum and the mean values of families and their mother trees from Kansai were lower than those of Tohoku. Of families from Tohoku and Kansai provenances, four and eight families were found to have a wider variation in the maximum slope of grain than their mother trees respectively. Furthermore, the range of variations in the mean and the maximum slope of grain was wider in Kansai than in Tohoku provenance.

The slope of grain was classified into five types and of the families, 5% belonged to Type 5 which is favorable for structural uses because it has the least slope of grain.

The heritability estimates based on the parent-offspring correlation regressions of the maximum and the mean values of the slope of grain were 18% and 0% in the Tohoku provenance and 14% and 21% in the Kansai provenance respectively. Those based on the variance components of the maximum and the mean values were 7.4% and 32.0% in the Tohoku provenance and 25.9% and 40.2% in the Kansai provenance respectively.

Received January 5, 1988

(1) ex-Wood Technology Division, in the former organization
(Wood Technology Division)