

枝打ちと陽光量がトドマツ材の年輪構造に及ぼす影響

中 川 伸 策⁽¹⁾

Shinsaku NAKAGAWA : Influences of Pruning and Light Intensity
on the Structure of Annual Ring of Todo-fir
(*Abies sachalinensis* Fr. SEMM. var. *mayriana* MIYABE et Kudo)

要 旨 : トドマツを試料に用いて、木材の材質に影響を及ぼすと考えられる因子として陽光量と枝の量を取りあげ、これらの因子を調節することにより、年輪幅、晩材率、早材比重、最大および最低比重、平均比重などがどのように変動するか検討した。

この試験は天然生のトドマツを対象として行った「木材材質の森林生物学的研究」の成果を受けて、環境要因の材質に及ぼす影響を定量的に求めようとしたものである。

この試験の結果、陽光量を50%に調整し同じ年次に形成された年輪を比べると、1) 年輪幅は約30%低減する。2) 早材比重、最低比重は5~7%増加し、平均比重も約6%増加する。一方、同じ期間中に形成された等しい年輪幅を抽出して比べると、3) 平均比重、早材比重は約5~8%低減する。4) 晩材率は、年輪幅1.0~4.0 mmの範囲内で3~10%少なくなる。

次に5年間連続して枝打ちを樹高の1/2まで継続して行った場合は、1) 早材比重、最低比重で7%、8%、2) 最大比重で5%、3) 平均比重では12%、それぞれ枝打ちをしなかったものに比較して大きい値を示した。

上述のように陽光量の調節は、見かけ上の早材比重、平均比重を押し上げているが、年輪の構造からは、各比重値および晩材率の減少は明らかである。また、枝打ちをした場合の年輪内の各比重値および晩材率は、ともに上昇しており、形成された年輪の構造に著しい差が認められた。

ま え が き

木材の材質は、その林木の生育中の自然環境の影響を受けることは多くの機会に言及されている。しかし、自然環境因子の材質に対する働きが複雑なため、両者の間の関係を定量的に解説することは十分には行われていない。

当场においては、天然林産のトドマツ (*Abies sachalinensis* Fr. Schmidt var. *mayriana* Miyabe et Kudo) を試料として「木材材質の森林生物学的研究」が行われ、重要な材質指標について、その個体内、個体間、樹幹部位、供試木の層別および立地条件による変動が検討され⁴⁻⁶⁾、その結果から将来の林木生産に対する幾つかの示唆が示された。

この試験においては、上記の示唆をさらに具体化するために、林木の生長とその材質に大きな影響を及ぼすと考えられる因子のうちから、陽光量と枝の量とを選び、それらをかなり強く調節した場合に材質がどのように変動するか検討し、それにより自然環境因子と材質との間の関係をより定量的に解析するための一助としようとした。

この試験においては、トドマツ種子を1952年、林業試験場北海道支場に播種、育苗し、後に同支場の豊平苗畑が移転するまでの全期間、陽光量を節調し、1968~1972年まで連続して強度の枝打ちを行った試料を用いた。

この試験計画の立案は、元木材部長加納 孟氏、東京農工大学教授故蕪木自輔氏の両氏によるもので、この試験遂行にあたっては、常にご教示をいただいた。また、永年にわたり試験地の保守管理にご協力をお願いいただいた北海道支場造林第 2 研究室、調査室ならびに実験林室の関係者の方々、さらにこの報告の取りまとめに際しては、材料科長須藤彰司氏の適切なご指導を得、年輪構造解析では材質研究室長太田貞明氏のご援助をいただいた。これらの方々に対し深く感謝の意を表します。

1. 供試木の生育経過と処理内容

1952 年、北海道支場前野幌分室において、野幌国有林産のトドマツ種子を発芽させた。2 年後にこれらを砂耕育苗槽に 1 プロット当たり 36 本ずつ移植し、合計 12 プロットを設定した。1961 年 10 月前豊平苗畑に移動させ、植栽密度 9200 本/ha にして定植した。各プロットに与えた生育条件としては、陽光量については 100% (自然光) と、供試木の上部と周囲を遮光 50% のクレモナよはずで覆い陽光量を 50% (底

Table 1. 供試木の概要 (プロット平均)
Sample trees (Mean of each plots)

| 試験区 Plot | 処 理 Treatment | | 樹 高 Height H (cm) | 胸高直径 D. B. H. D (cm) | 枝下高 Clear length (cm) | 当年生長 Shoot length (cm) | 完満度 Degree of full-body (H/D) | 生 枝 Green branche | | 供試木数 Number of tree 本(N) |
|-------------|----------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--|--|-----------------------------------|
| | 陽光量 Light intensity (%) | 枝打ち Pruning | | | | | | 平均直径 Diameter of branch (cm) | 着生数 Number of live branch 本(N) | |
| A | 100 | W. P. P. | 488 | 6.0 | 42 | 41 | 82.3 | 6.5 | 140.2 | 8 |
| | | | 463 | 6.0 | 225 | 33 | 77.5 | — | — | 9 |
| C | 100 | W. P. P. | 384 | 5.2 | 26 | 45 | 78.0 | 6.8 | 160.0 | 4 |
| | | | 404 | 5.3 | 186 | 44 | 75.5 | — | — | 7 |
| E | 100 | W. P. P. | 510 | 6.8 | 51 | 47 | 75.7 | 6.9 | 134.2 | 12 |
| | | | 479 | 5.6 | 228 | 37 | 90.0 | — | — | 8 |
| G | 100 | W. P. P. | 456 | 6.4 | 27 | 44 | 72.5 | 7.9 | 135.2 | 6 |
| | | | 434 | 5.5 | 215 | 46 | 82.5 | — | — | 8 |
| I | 100 | W. P. P. | 490 | 5.9 | 58 | 41 | 84.0 | 6.2 | 142.4 | 10 |
| | | | 460 | 5.3 | 219 | 40 | 86.4 | — | — | 12 |
| K | 100 | W. P. P. | 500 | 6.3 | 66 | 43 | 80.3 | 6.4 | 166.3 | 4 |
| | | | 431 | 5.6 | 217 | 35 | 79.6 | — | — | 7 |
| B | 50 | W. P. P. | 421 | 5.2 | 37 | 36 | 80.6 | 6.4 | 103.8 | 6 |
| | | | 416 | 4.4 | 193 | 48 | 95.5 | — | — | 5 |
| D | 50 | W. P. P. | 377 | 4.2 | 34 | 40 | 92.2 | 6.4 | 99.0 | 3 |
| | | | 373 | 3.8 | 181 | 43 | 100.2 | — | — | 5 |
| F | 50 | W. P. P. | 494 | 5.8 | 43 | 55 | 85.3 | 7.3 | 110.8 | 8 |
| | | | 358 | 3.8 | 174 | 35 | 95.8 | — | — | 6 |
| J | 50 | W. P. P. | 402 | 4.7 | 53 | 37 | 87.5 | 6.3 | 106.0 | 11 |
| | | | 404 | 4.4 | 181 | 43 | 93.9 | — | — | 10 |
| L | 50 | W. P. P. | 453 | 5.3 | 22 | 47 | 85.5 | 7.1 | 127.3 | 4 |
| | | | 441 | 5.0 | 199 | 47 | 89.9 | — | — | 7 |

註) W. P. : 非枝打ち木 Without pruning
P. : 枝打ち木 Pruning

陰)にしたものの2条件を設定した。

枝打ち処理は、採材5年前の1968年に全プロットの半数の供試木に対し地際から樹高の50%まで行い、以後1973年の採材時まで前年の伸長量の1/2ずつについて毎年行った。また、土壌水分、空中湿度の調整も行ったが、降雨量や晴天日数などの気象条件によって変動するため、単独の生育条件としては取り扱えなかったため、測定結果はこれらの条件がほぼ均等にはいるようにして集計した。

これら各プロット内供試木の生育条件および供試木の概要は Table 1 のとおりである。

さらに立木の樹高、胸高直径、当年生長量、完満度について、陽光量、枝打ちの有無別に分け、各項目ごとに平均値を求めて Fig. 1 に、樹高と胸高直径との関係を Fig. 2 に、供試木の樹高および胸高直径と生枝の着生数との関係を Fig. 3 にそれぞれ掲げた。

2. 試料および試験方法

年輪構造の解析は予備試験の結果から、幹の先端から9~11番目の節間(地上高60~140 cm)で採取した試料を主として用いた。また、必要に応じて5番目の節間(地上高210~400 cm)からのものを付加した。前者は枝打ち木の枝下部位に、後者は樹冠内部に相当している。節間から採取した円板について節、アテなどの欠点を避けて、幅4 cmで髄を含む直径方向に切りおとし、繊維方向5 mm厚の試料を木取り、この試料の含水率を15%に調整した。ソフトX線写真撮影装置は、日本ソフテックス社製のCMBW 特型で、その条件は20 kv, 15 mA 照射時間は2分45秒である。年輪の解析図は、従来、当材質研究室が

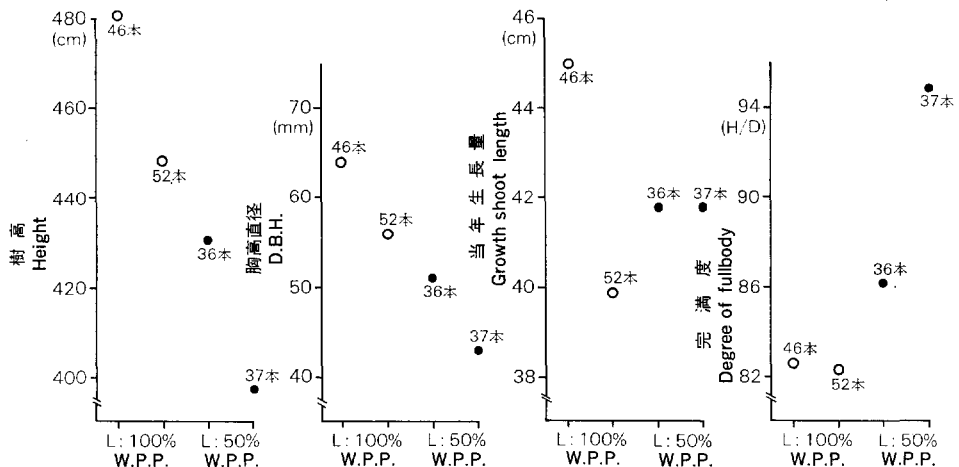


Fig. 1. 陽光量、枝打ち処理が幹の外形に及ぼす影響*

Influence of light and pruning on the stem form

*註 W. P.: 非枝打ち木 Without pruning, 陽光量 Light 100%

P.: 枝打ち木 Pruning 陽光量 Light 50%

各点についている数字は試料数を示す。

Number attached to each point shows the number of sample.

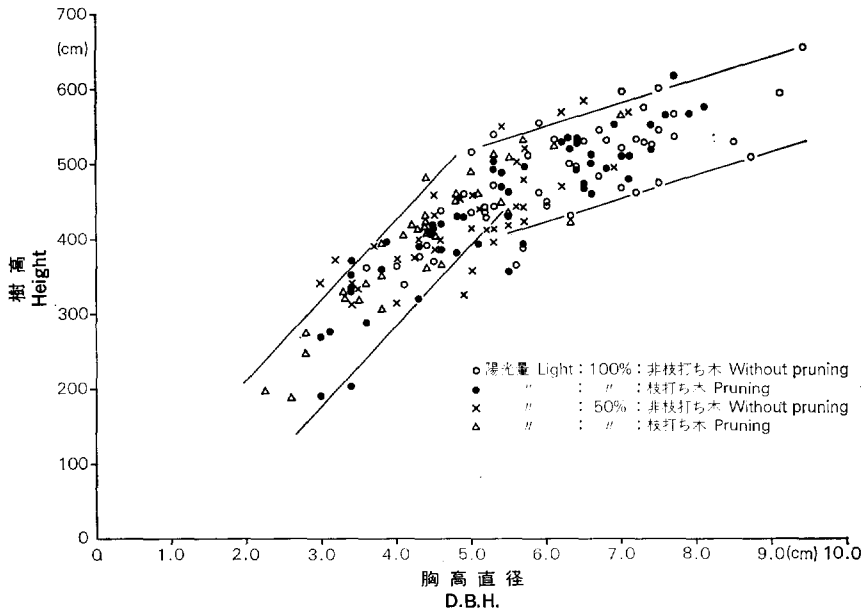


Fig. 2. 各供試木の胸高直径と樹高との関係
Relation between D. B. H. and tree height of every sample tree

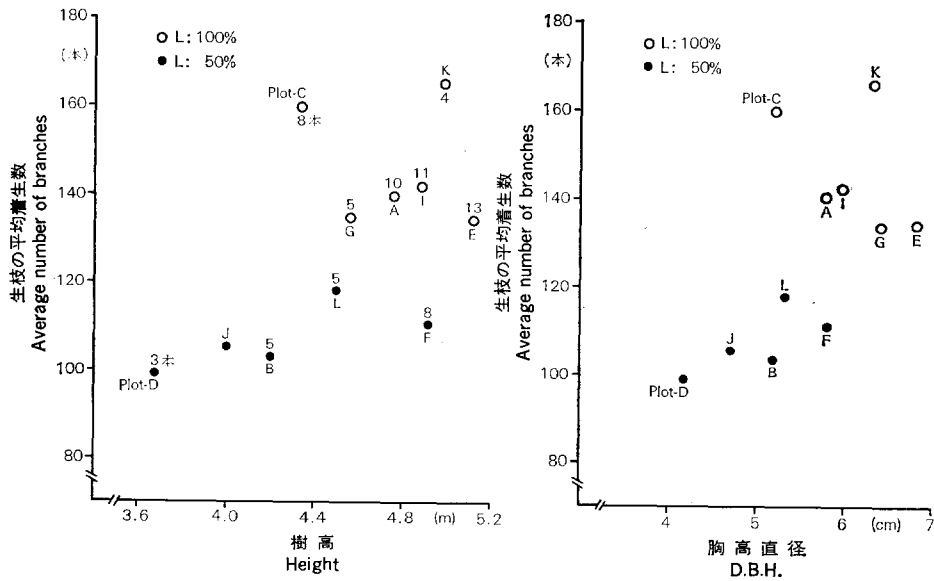


Fig. 3. 樹高および胸高直径と生枝数との関係*

Relation between the number of branches and the height and D. B. H. of trees.
* 各点についているアルファベットはプロット、数字は試料数を示す。
Letter and number attached to each point show plot and the number of sample respectively.

使用している⁹⁾ Joyce-Loebl 社製のダブルビーム式マイクロデンストメーター (MK III CS) で、拡大率は10倍とし、スリット幅を一定にして解析した。この図から得られる材質指標は、1) 年輪幅、2) 早材幅、3) 晩材幅、4) 晩材率、5) 最低比重、6) 最大比重、7) 早材比重、8) 晩材比重、9) 平均比重、などである。次に試料の樹心から外周へ向かう方向別変動の大きさをみるため、プロットAとDの試料を用いて、二つの半径方向で測定した値を各指標ごとに集計し Fig. 4 に示す。各指標の値は樹心から1年輪および最外周近くの年輪以外は方位の違いによる差は小さく、したがって集計には年輪内の最大値がより大きい一方の半径方向を選んだ。

陽光処理および枝打ち処理が、年輪内の材質指標にどのような影響を与えているかを検討するため、陽光量についてはプロットA, B, C, D, を、枝打ちしたものについては、AとBの各プロットを対象とし、各指標別に毎年の値を求め Fig. 5 に示した。これらの図から陽光処理の影響が明らかに現れてくる樹心からの年輪数は、2～4年輪目で、同様なことが枝打ち処理については7～9年輪目に認められる。また、陽光量に関連して試料の外周に近い部分の各指標値は、最初の枝打ち時期が植栽密度から考えるとやや遅く、隣接木と下枝が交錯していたために、正確な調査とはならないおそれがあることから、陽光量50%と100%の比較試料については、先端から9～11節間の樹心から2～4年輪まで、枝打ちと非枝打ち木の比較試料については、枝打ちの影響がよく出現すると考えられた7～9年輪の部分抜き出して比較することとした。

3. 結果および考察

3-1 陽光処理および枝打ち処理

年輪構造の処理別分散分析を行い、材質指標に及ぼす処理効果を求め Table 2 に示す。それによると、陽光量が著しい影響を与えているのは、最低比重、最大比重および年輪幅である。また、枝打ち処理が著しい影響を与えているのは、前述の3指標を含め早材比重、晩材率、平均比重の6指標のすべてであるが、年輪幅と最大比重に関しては、陽光量と枝打ちの効果に交互作用があらわれている。

年輪幅、晩材率および平均比重などがどのように出現しているかを知るため、処理別に累加頻度を求めた。その集計結果を、1) 樹冠内部 (円板齢5年)、2) 非枝打ち木、3) 枝打ち木の3グループに分け、Fig. 6～8 に示す。年輪幅は、1)、2) グループともに陽光量の50%のものに狭い年輪幅の出現率が高く¹³⁾、同じ陽光量では枝打ち木に狭い年輪幅の出現が多いことは明らかである。晩材率は樹冠内部では陽光量の違いによる差は少ないが、非枝打ち木、枝打ち木の2グループの陽光量50%は100%に比べ、それぞれの晩材率の階層において、前者のものがやや高い傾向が認められた。

平均比重について、樹冠内部ではほとんど差はないが、陽光量50%の非枝打ち木の0.48以下、枝打ち木の各平均比重の階層では、陽光量50%は100%に比べ平均比重の低いものの出現がやや多い。

3-2 材質指標相互間の関連性

3-2-1 年輪幅と晩材率との関係

年輪幅を0.5 mm ごとに集計し、その範囲に現れてくる晩材率の平均値を求め Fig. 9 に示す。それによると、同じ年輪幅では0.5 mmを除き陽光量100%は50%より高い晩材率を与えている。また、枝打ち木と非枝打ち木の間でこの関係を見ると、年輪幅が等しい場合、陽光量とは異なり前者の晩材率は明らかに高い。

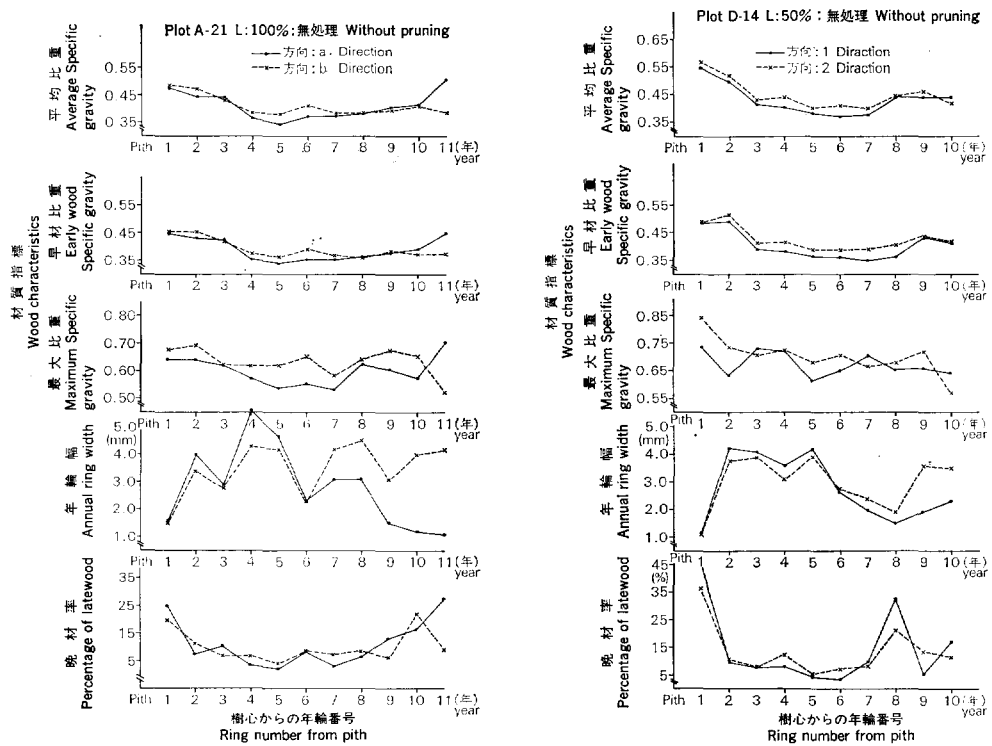


Fig. 4. 円板の方向別材質指標の経年変化
Variation in the wood characteristics
with ring number from pith in two
radial directions.

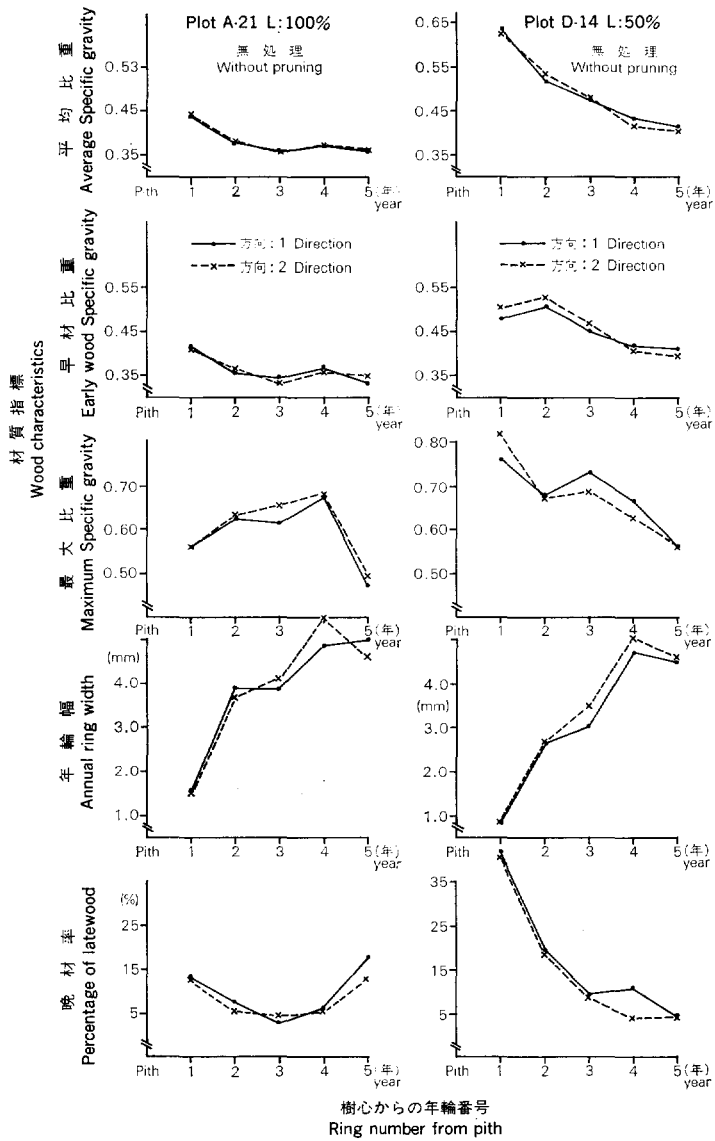
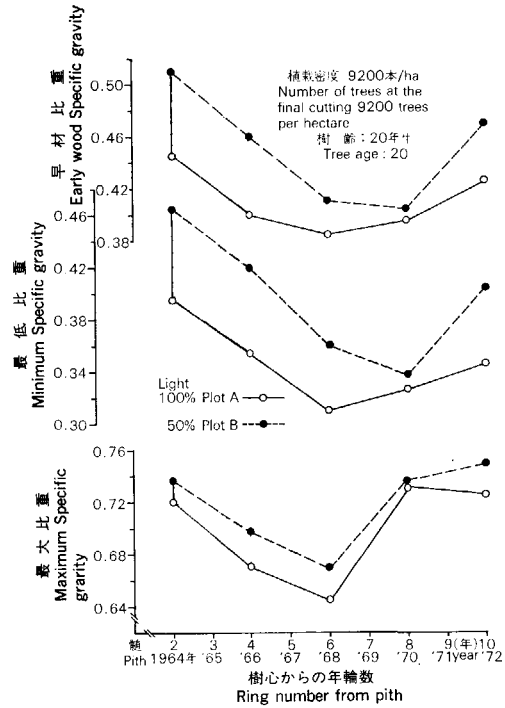
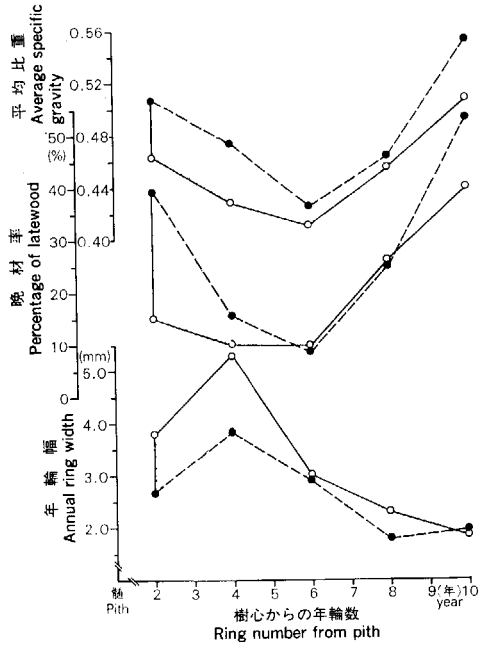


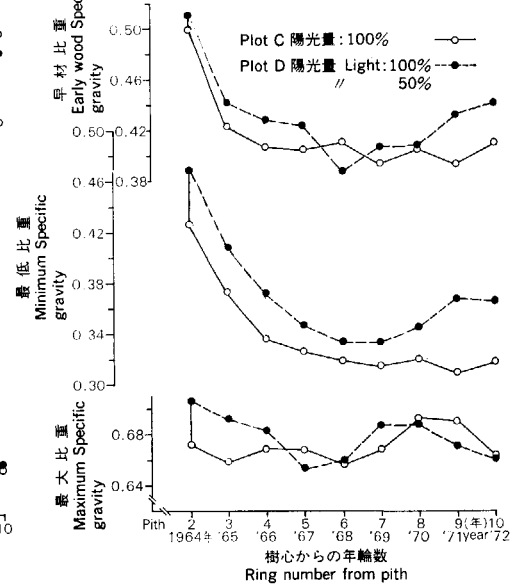
Fig. 4. (つづき) (Continued)



1. 陽光量 (プロットA, B)
light intensity (Plots A & B).

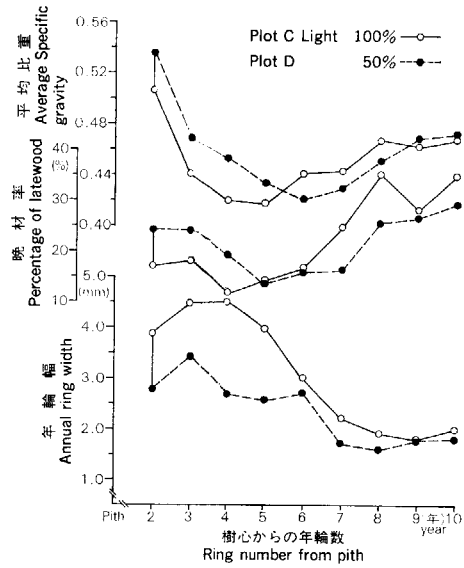


2. 陽光量 (プロットA, B)
light intensity (Plots A & B).

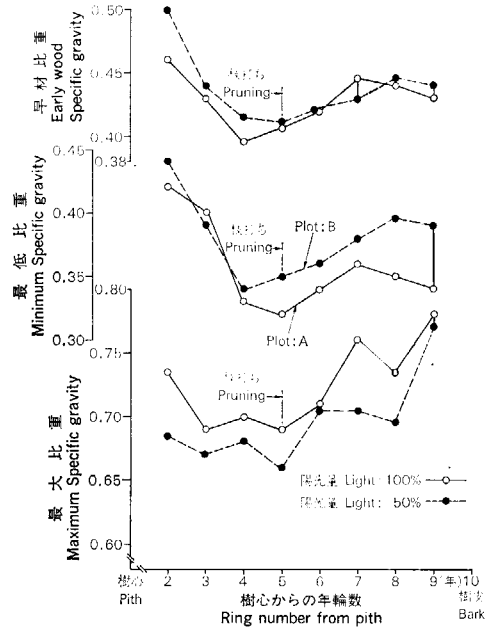


3. 陽光量 (プロットC, D)
light intensity (Plots C & D).

Fig. 5. 陽光量と枝打ちが材質指標に与える影響
Influence of light intensity and pruning on wood characteristics

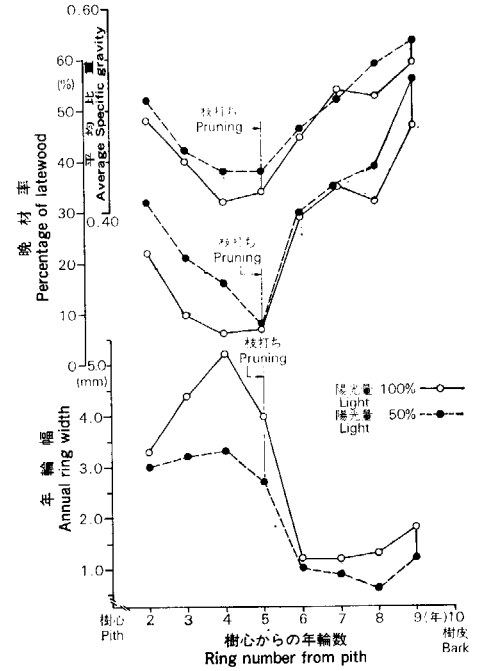


4. 陽光量 (プロットC, D)
light intensity (Plots C & D).



5. 生枝打ち処理 (プロットA, B)
pruning (Plots A & B).

Fig. 5. (つづき) (Continued)



6. 生枝打ち処理
pruning

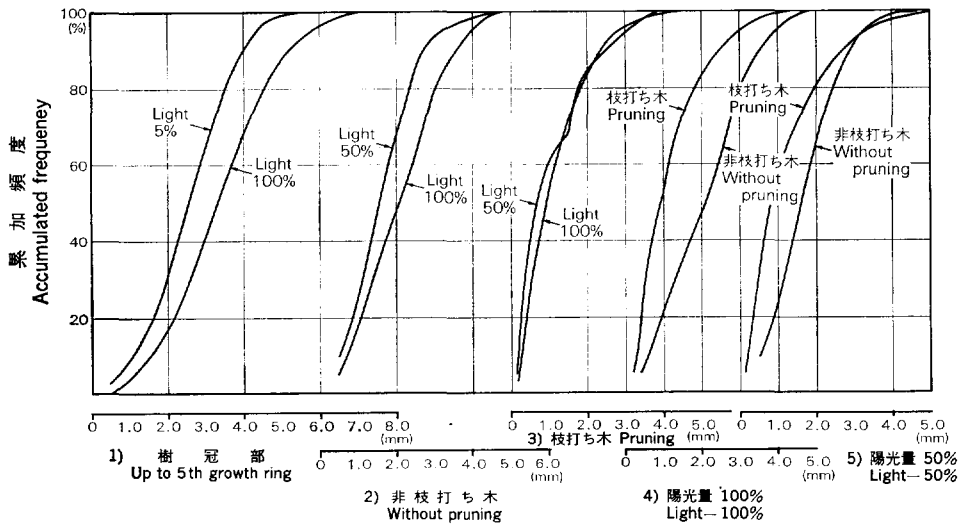


Fig. 6. 陽光量によるちがいと枝打ち木と非枝打ち木の年輪幅の累加頻度
Accumulated frequency of ring width of sample trees grown under different light intensity and with and without pruning.

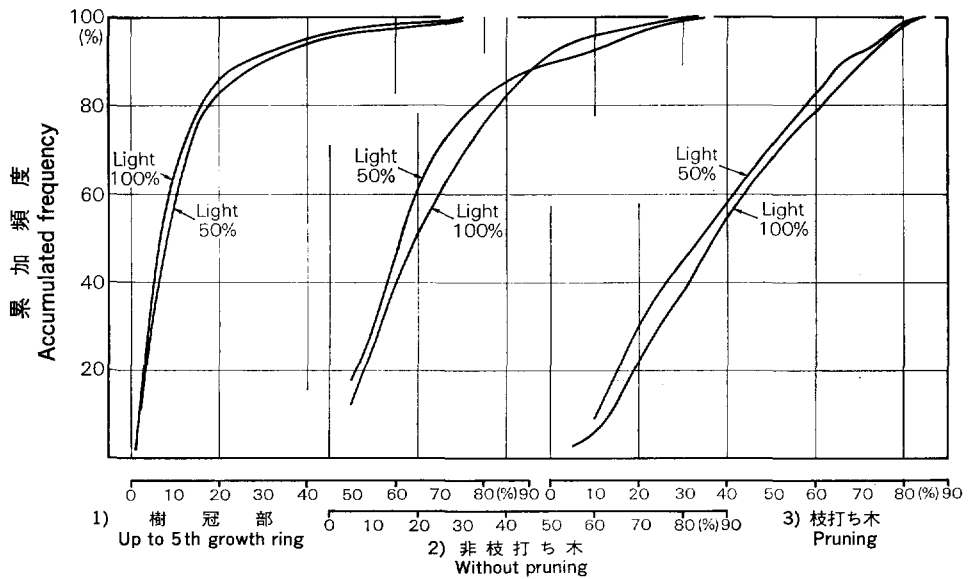


Fig. 7. 陽光量のちがいによる晩材率の累加頻度
Accumulated frequency of latewood percentage of sample trees exposed to different light conditions.

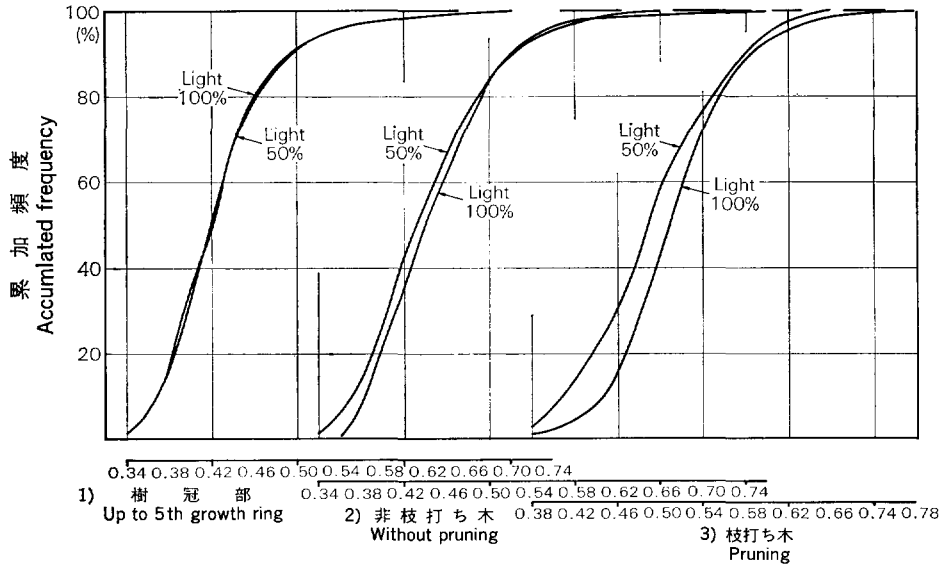


Fig. 8. 陽光量のちがいによる平均比重の累加頻度
 Accumulated frequency of average specific gravity of
 sample trees grown under different light conditions.

Table 2. 年輪構造の各処理別分散分析
 Analysis of variance each treatment on annual ring structure.

| 年輪構造 Annual ring structure | 処理 Treatment | 陽光量の効果 Effect of light | 枝打ちの効果 Effect of pruning | 交互作用 Interaction |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 年輪幅 Annual ring width | | ※※ | ※※ | ※※ |
| 晩材率 Latewood percentage | | ※※ | ※※ | — |
| 平均比重 Average specific gravity | | ※ | ※※ | — |
| 最大比重 Maximum specific gravity | | ※※ | ※※ | ※ |
| 最低比重 Minimum specific gravity | | ※※ | ※※ | — |
| 早材比重 Earlywood specific gravity | | — | ※※ | — |

※※ 1%水準で有意 Significant at 1% level
 ※ 5%水準で有意 Significant at 5% level

年輪幅と晩材率との関係について、野幌産トマツの年輪幅 1.6~2.0 mm に晩材率の最大が示されること⁹⁾、年輪幅が 4.5 mm 以上の平均晩材率の変化は、著しく不規則な値をもつものとされ⁹⁾、また、スギの樹冠量を調整した場合、年輪幅 2.0 mm 以上では晩材量の変異にほとんど影響を与えないこと⁸⁾、さらに樹勢が極端に衰えた後の年輪では晩材率が低くなる¹⁰⁾などの報告がある。本試験のこの関係では、年輪幅 4.0 mm 以上の平均晩材率は約 10%で、同じ期間に形成された等しい年輪幅では、陽光量 50% のも

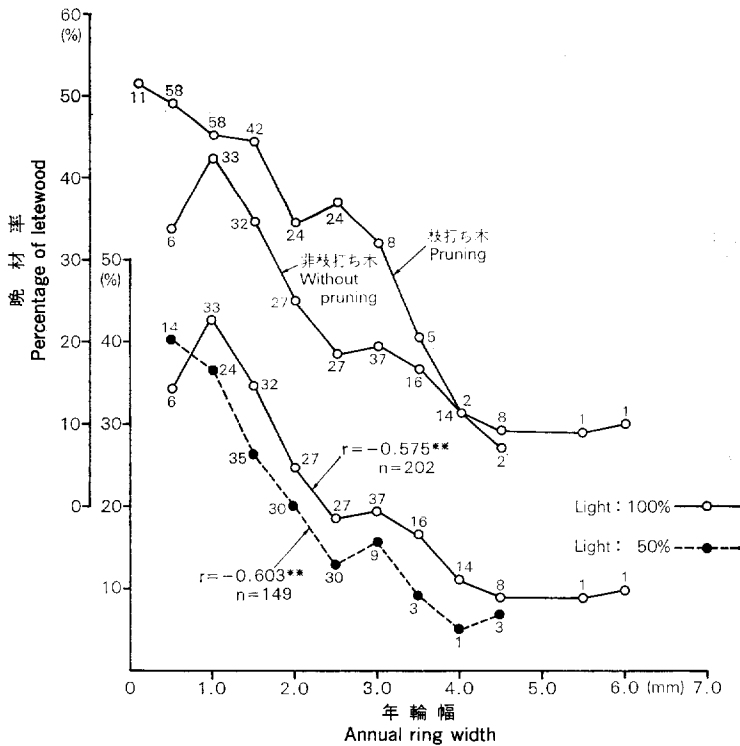


Fig. 9. 年輪幅と晩材率との関係*

Relation between average annual ring width and latewood percentage.

* 各点についている数字は試料数を示す。

Number attached to each point shows the number of sample.

のが5%程度低く、また枝打ち後では同じ年輪幅であっても明らかに高い晩材率を示した。

3-2-2 年輪幅と早材比重との関係

年輪幅 0.5 mm ごとの枠内に現れてくる早材比重の平均値を求め、この関係を Fig. 10 に示す。それによると年輪幅 1.2 mm 以下の狭い部分と、3.5 mm 以上を除き、同じ年輪幅の陽光量 100% は 50% より早材比重が約 8% 大きく、また、同じ期間に形成されたそれぞれの等しい年輪幅の階層において、枝打ち木は非枝打ち木より 3% 程度大きい早材比重を示している。

3-2-3 年輪幅と平均比重との関係

年輪幅を 前述のように 0.5 mm ごとに区切り、その平均比重の平均値を求め、両者の関係を Fig. 11 に示す。それによると、各々の等しい年輪幅において陽光量 100% の平均比重は 50% のそれより 5~7% 大きい値を示している。また、年輪幅 1.5~3.5 mm の一定範囲内の枝打ち木の平均比重は非枝打ち木に比較して明らかに大きい。

3-2-4 平均比重と晩材率との関係

平均比重の出現範囲 0.34~0.66 までを 0.02 ごとに集計し、その枠内に現れてくる晩材率の平均値を求め Fig. 12 に示す。それによると同じ平均比重階では、陽光量 50% のものは 100% よりやや大きい晩材率を示す傾向がある。また、枝打ち木と非枝打ち木の間では、出現したすべての比重階において前者が明

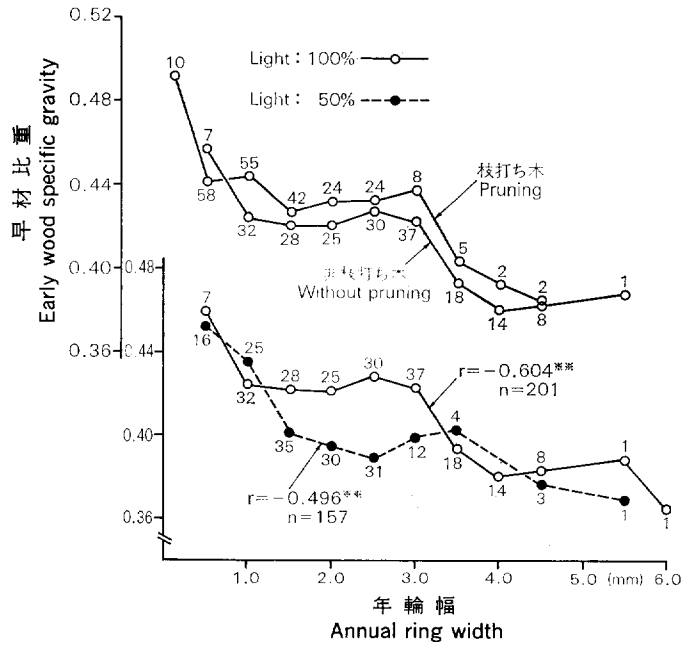


Fig. 10. 年輪幅と早材比重との関係
Relation between average annual ring width and earlywood density.

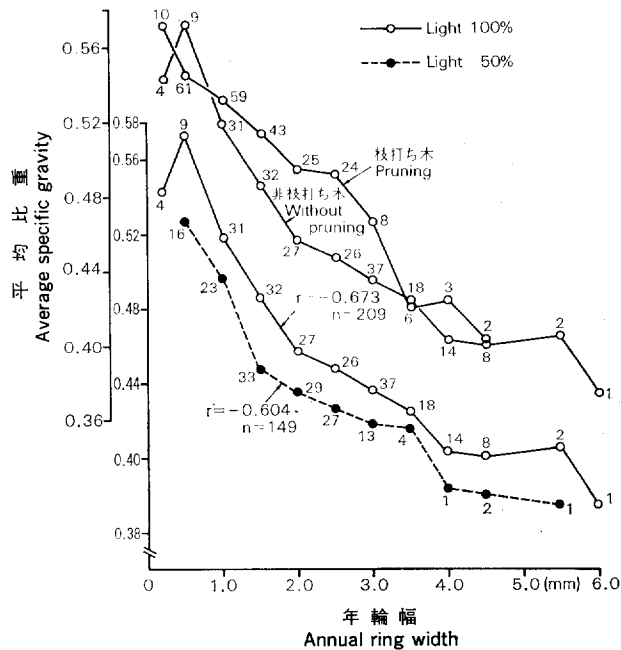


Fig. 11. 年輪幅と平均比重との関係*
Relation between average annual ring width and specific gravity.

* 各点についている数字は試料数を示す。
Number attached to each point shows the number of sample.

らかに大きい晩材率を示している。

平均比重と晩材率との関係について、トドマツ材⁹⁾の比重0.44（容積密度数からの換算値）以下では、年輪幅が同じでも下層木群のものは上層木群のものより低い晩材率の範囲に現れ、同じ晩材率でも下層木群の材は、上層木群にできる材より重くなる傾向があるとされているが、本試験の結果では、平均比重が同じ場合の晩材率は陽光量 50% のものがやや高く現れていた。

3-3 処理条件が材質指標に及ぼす影響

3-3-1 陽光量の違いが各指標に及ぼす影響

陽光量と枝打ちの二因子のうち、前者の量だけが材質指標にどのような影響を及ぼすかを比較するため、さきに述べた Fig. 5 のプロット A と C、および B と D のように各々の陽光量別にすべてを合計し各指標の平均値を求め Fig. 13 に示した。それによると、非枝打ち木の場合、最低比重は陽光量 100% で

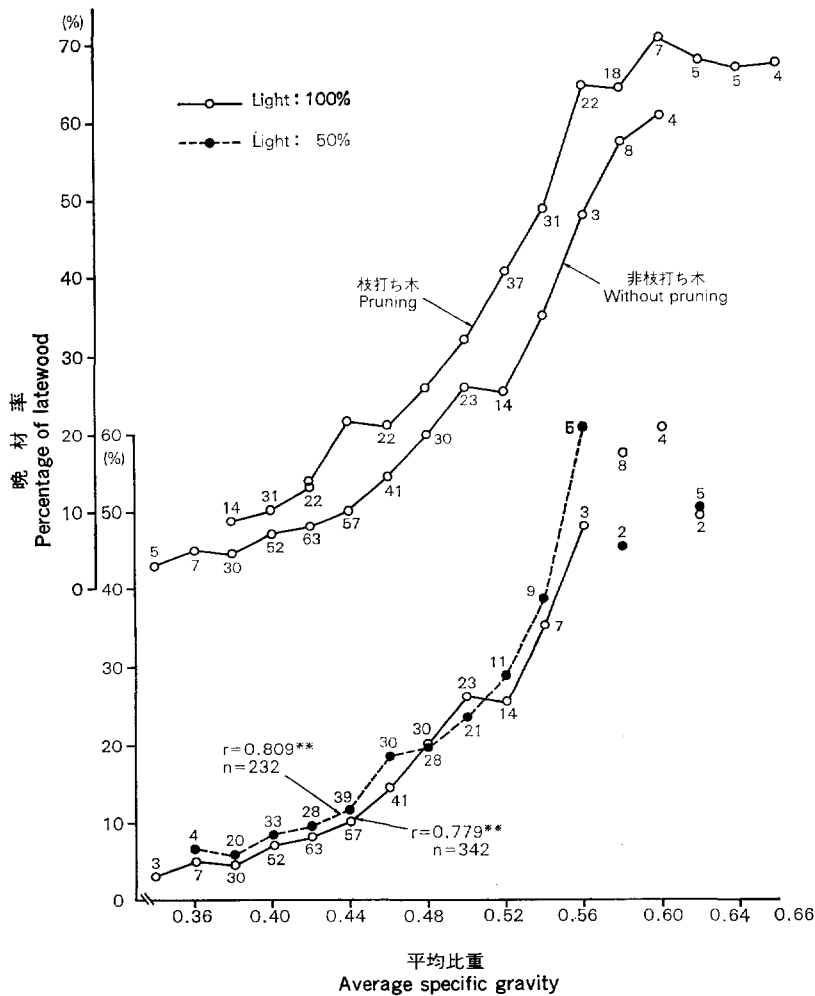


Fig. 12. 平均比重と晩材率との関係*

Relation between average specific gravity and latewood percentage.

* 各点についている数は試料数を示す。

Number attached to each point shows the number of specimen.

0.33, 50% は 0.34, 最大比重は陽光量 100% で 0.71, 50% で 0.69% で前者がやや大きい。平均比重は陽光量 100% で 0.46, 50% は 0.45 とほぼ等しい値を示す。また年輪幅は陽光量 100% で 2.4 mm, 50% は 1.8 mm と 25% 減少し, 晩材率は陽光量 100% が 26%, 50% で 24% と, 12% 程度の増加がみられ, 年輪幅では 25% の減少がみられた。

陽光量 100% で枝打ちを受けてない試料木 95 本, 50% 65 本の合計 160 本の全年輪の各指標の平均値を求め模式的に Fig. 14 に示した。それによると陽光量 100% の枝打ち木では, 最低比重は 0.33, 50% のそれでは 0.34 である。早材比重は, 陽光量には関係なく 0.41 で, 最大比重および平均比重では, 陽光量 100% と 50% で, それぞれ 0.70 と 0.69 および 0.46 と 0.45 であった。これらの値は, Fig. 5-1~4 に示したものに比較して, その差が小さくなっている。これは, Fig. 13~14 の場合には材質指標の変動の少ない樹冠の内部の木材が試料として含まれているためと考えられる。加納ら¹³⁾⁸⁾は南斜面では, 陽光量, 温度などの条件がよいため, 上層木の肥大生長を促す一方, 同一要因が下層木ではかえって生長量の減少を

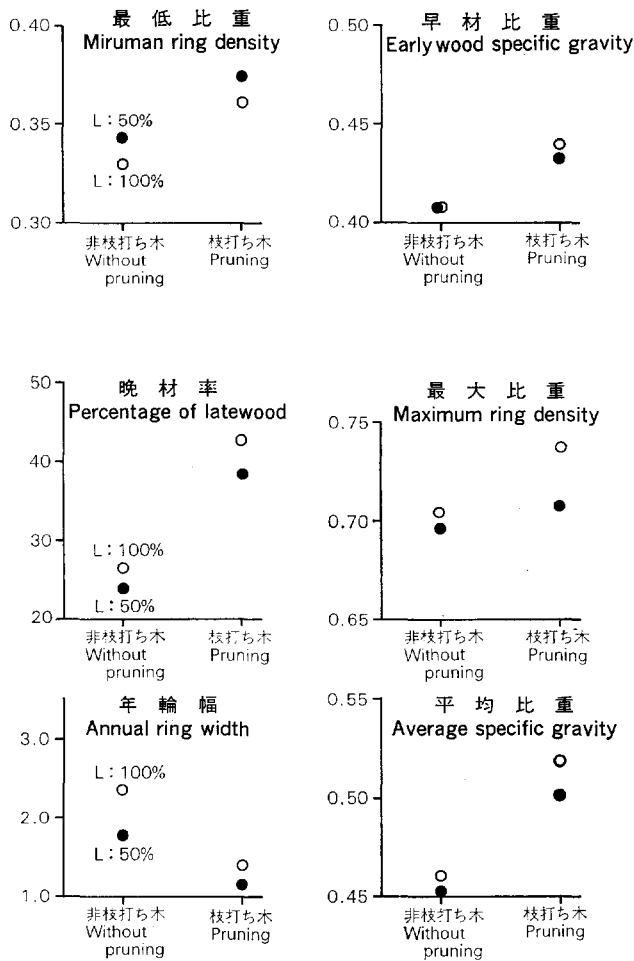


Fig. 13. 材質指標の陽光量および処理による変化
Variation in wood characteristics with light intensity and pruning.

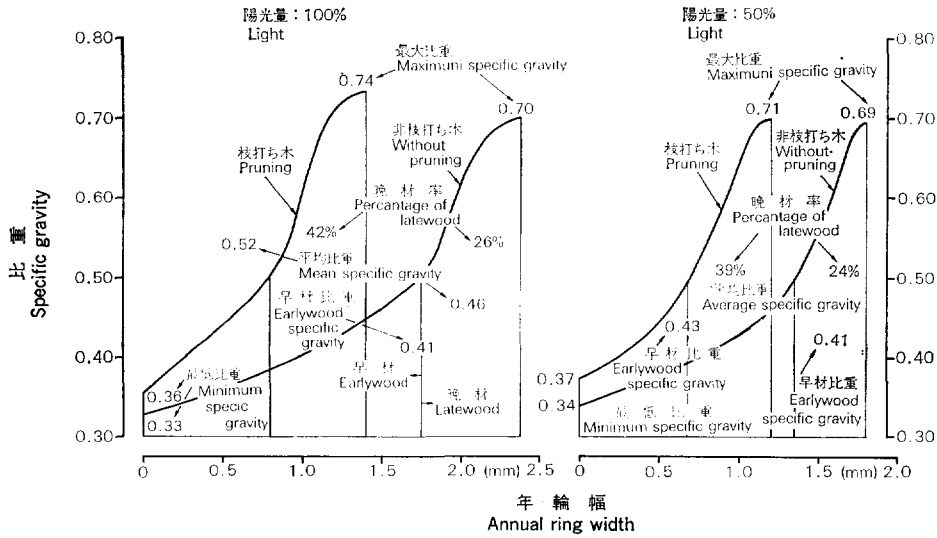


Fig. 14. 陽光量の違いと枝打ち処理後の年輪構造
Influences of pruning and light intensity
on the annual ring structure of sample.

もたらしむものと考えた。このことから、筆者は下層群木を陽光量 50% の林分とみなして比較することによって理解できると考えた。また、樹齡、立地条件が異なるため単純に比べられないが、トドマツ天然木と造林木に現れる年輪幅の度数分布は、造林した劣性木で 0.1~1.5 mm が 34%、1.6~4.0 mm が 50%、4.1 mm 以上が 16% である⁶⁾。本試験の陽光量 100% の非枝打ち木がこれに相当しており、先端から第 5 番目の節間の年輪幅は 0.5~8.0 mm で天然木の上層木の出現分布によく似ていた。また、幹の部位べつ容積密度数のなかで、上層木と下層木の 20 年輪目までの樹冠材部を比べ、前者は 0.41 (換算値) 後者は 0.42 (換算値) の値を得ている⁶⁾。本試験の陽光量の違いによる各比重値は上述の部位に当たっており、同様に差異は少なかった。

3-3-2 枝打ち処理が材質指標に及ぼす影響

陽光量 100% のプロット A~L (H を除く) 11 区内のすべての枝打ち木と非枝打ち木について、各々の材質指標とを比べると (Fig. 13)、最低比重は、枝打ち木 0.36、非枝打ち木 0.33 と前者が 8% 大きく、早材比重は枝打ち木 0.44、非枝打ち木 0.41 と前者が約 7% 大きい。最大比重および平均比重は、それぞれ、0.74、0.70 および 0.52、0.46 で 5~12% 程度枝打ち木が大きい。また、晩材率と年輪幅は枝打ちと非枝打ち木ではそれぞれ、42%、26% および 2.4 mm、1.4 mm を示し、前者では枝打ち木が約 40% 増加し、後者ではほぼ 50% の減少がみられた。すでに述べたように枝打ちは、前述した陽光量の制御よりも強い影響を与えていることが理解できる。また陽光量 50% について、枝打ち処理による各指標の変化の傾向をみると Fig. 14 に示すように陽光量 100% の場合とほとんど同様な傾向が認められた。

樹幹のなかの枝の役割について、LARSON¹¹⁾¹²⁾ は、庇陰による光不足が光合成を抑制し、翌年の芽が小さくなるため、さらに光合成・オーキシン生産の能力を落すとされ、平均的なマツで樹冠の上部 1/3 の長

さのところには当たる枝が主として幹の生長に寄与しているとしている。本試験の枝打ち高は、上述した位置を越えさらに連続して当年伸長生長の1/2の枝打ちを行ったもので、処理としてはより強度であるため生長量の低減とともに年輪内の最低比重、最大比重、早材比重、平均比重および晩材率などにより明らかな影響を与えていた。また、筆者らが当林試の赤沼試験地で行った、アカマツの枝打ち試験(樹高の50%、当年伸長生長の1/2ずつの枝打ち)の資料によると、年輪幅は非枝打ち木に比べ約40%低減し、最低比重は枝打ち木がやや増加する。最大比重、平均比重では枝打ち木の方が5~10%それぞれ増加する。平均比重階を0.35、0.45および0.55以上に区分した場合の、枝打ち木の平均晩材率は、それぞれ26%、44%および52%で、枝打ちをしていない年輪の晩材率に比べかなり高い値を示していた。本試験のトドマツの枝打ち処理後の各材質指標の増加ならびに減少傾向は、アカマツのそれにきわめてよく似ていた。

4. 摘 要

この報告は、前北海道支場苗畑に1961~1973年までの定植後13年にわたって植栽したトドマツ林木に対し、その期間中人為的に陽光量を制御するとともに、採材の5年前より樹高の50%に対して連続的に生枝打ち処理を行い、これら二つの環境因子が生長量に及ぼす影響と、生産材の年輪構造がどのような反応を示すかを調査したものである。

年輪解析の結果から主要な6指標を抜き出して、その処理別の出現範囲とその頻度、各々処理条件と材質指標および各指標間の関係を求め、これらから特徴的な傾向を把握しようとしたものである。

結果の概要は次のとおりである。

1) 年輪構造の処理別分散分析の結果、1%水準で有意な陽光量処理の差があった指標は、最低比重、最大比重、年輪幅である。

また枝打ち処理は掲げた6指標すべてが1%水準で有意であった。しかし、年輪幅と最大比重については交互作用が現れていた(Table 2)。

I 陽光量の処理が生長量に与える影響

2) 植栽本数9200本/ha、播種後20年を経たトドマツの樹高および胸高直径は、陽光量100%の非枝打ち木が平均でそれぞれ4.8m、6.4cmを示し陽光量50%より大きく、これに対し陽光量50%の枝打ち木では、それぞれ3.9m、4.3cmで最も小さい(Fig. 1)。

樹幹の生枝着生数は陽光量100%の平均146本(31本/m)に比べ50%は109本(23本/m)で、後者が25%程度少ない(Fig. 4)。

II 陽光量が材質指標に与える影響

3) 陽光量100%と50%とについて、1964~66の対応する同じ年次に形成された年輪内の最低比重は陽光量100%が平均0.38、50%が0.43、早材比重は0.43、0.47の値を示し、平均比重は0.45、0.49で、陽光量50%のすべての比重は8~12%増加している(Fig. 5-2~4)。晩材率は陽光量100%が平均12%、50%が24%、年輪幅は100%が平均4.4mm、50%が3.1mmの値を示し、晩材率はほぼ50%増加し、年輪幅は約30%減少する(Fig. 5-2)。

4) 同じ期間の同じ年次に形成された年輪を一定の年輪幅ごとにまとめ、その等しい年輪幅の平均比重を比べると、陽光量100%は50%より大きい平均比重を示す。また、同じ比重階の晩材率では陽光量50%のものがやや高い値を示す傾向が認められる(Fig. 11, 12)。

Ⅲ 枝打ちが材質指標に与える影響

5) 1963～72年の同じ時期に形成された枝打ち木と非枝打ち木の各比重を比べると、陽光量100%の場合、最低比重は枝打ち木が0.36非枝打ち木が0.33、早材比重はそれぞれ0.44、0.41、最大比重は0.74、0.70さらに平均比重では0.52、0.46の値を示し、年輪内の各比重は枝打ち木が5～12%大きい。枝打ち木の晩材率は平均42%非枝打ち木は26%で前者が約40%高く、年輪幅はそれぞれ平均1.4mm、2.4mmであり、枝打ち木は50%低減する (Fig. 14)。

6) 年輪幅1.5～3.0mmの範囲では枝打ち木の平均比重が大きく、また、同じ比重階では明らかに枝打ち木の晩材率が高い (Fig. 11, 12)。

おわりに

この試験では、北海道における造林樹種の一つとして取りあげられているトドマツ材を対象として、木材の材質に影響を及ぼすと考えられる陽光量、枝打ちの2因子を取りあげ人為的に制御を行った。林木に対するこれらの処理条件が、生産材の材質にどのような影響を与えるかを把握しようとしたものである。

陽光量が材質に及ぼす影響は苗畑へ定植した1968年頃までは孤立木の状態であったが、それ以後、試験木の生長にともない、隣接木の枝の近接とともに指標への影響の現れ方が明らかでなくなったが、それ以前については材質指標への影響が顕著であることが認められた。また、枝打ちは年輪内の各比重、晩材率および年輪幅に対して著しい影響を与えていることが明らかであった。

この試験の結果から、枝打ちは形成された年輪内の各比重を上昇させ、同時期に形成された同じ年輪幅の比重値および晩材率は高くなる。これに対し、陽光量を制御することにより、同じ年次に生産された最低比重、早材、および平均比重は上昇するが、これを同時の期間に形成された同じ年輪幅の階層において陽光量50%で生育した場合の最低比重、早材および平均比重は明らかに低減しており、また、晩材率も低くなる。今後、さらに材質に影響を及ぼす環境要因の解析にあたっては、ここで得られた結果を考慮に入れたうえで、人工気象室内で幾つかの条件を与えて育生した試料によって、生長輪の形成、細胞の形態的变化を生長期間ごとに把握することが必要と考えられる。

引用文献

- 1) 蕪木自輔：同上，第6報，北海道厚田産トドマツ材の偏心生長と立地の傾斜．林試研報，61，41～56，(1953)
- 2) 加納 孟：木材材質の森林生物学的研究 第3報，野幌産トドマツ材の年輪幅，秋材率，容積密度数の偏異について．林試研報，52，23～51，(1952)
- 3) 加納 孟：同上，第5報，北海道厚田産トドマツ材の年輪幅と秋材率．林試研報，61，1～40，(1953)
- 4) 加納 孟：同上，第9報，北海道厚田産トドマツ材の年輪の構造について．林試研報，71，15～28，(1954)
- 5) 加納 孟：同上，第11報，北海道野幌地方における造林木の材質生長．林試研報，90，38～76，(1956)
- 6) 加納 孟：同上，第14報，トドマツ材の容積密度数の大きさと幹のなかの分布．林試研報，101，1～99，(1957)
- 7) 加納 孟・蕪木自輔・中川伸策・中野達夫：トドマツ材の生長条件と材質との関係について．21回木材学会研究発表要旨，55 (1971)

- 8) 久保隆文・伏谷賢美・蕪木自輔：樹冠量の異なったスギの年輪構造およびその形成. 東京農工大演習林報告, 5, 81~87, (1978)
- 9) 太田貞明：デンスイトメーターによる木材密度の測定, 木材工業, 25 (3), 27~29, (1970)
- 10) 太田貞明：ソフトX線による樹木の年輪構造解析 (第1報), 汚染大気下で生育した樹木の年輪構造, 木材学会誌, 24, (7), 429~434, (1978)
- 11) P. R. LARSON : Yale Univ. School of Forest. Bull. 74, (1969)
- 12) P. R. LARSON : Tappi. 45, 443, (1962)
- 13) S. NAKAGAWA : Effects of shading on growth and annual ring structure of Todo-fir (*Abies sachalinensis* F. SCHM var *mayriana* MIYABE et Kudo)

**Influences of Pruning and Light Intensity on the Structure
of Annual Ring of Todo-fir
(*Abies sachalinensis* Fr. SCHM. var. *mayriana* MIYABE et Kudo)**

Shinsaku NAKAGAWA⁽¹⁾

Summary

The influences of light intensity and pruning were studied on the wood quality of *Abies sachalinensis* Fr. SCHM. var. *mayriana* MIYABE et KUDO which had been raised at the nursery in Sapporo, Hokkaido since 1961. As the indicators of wood quality, annual ring width, latewood percentage, earlywood specific gravity and the average, the minimum, and the maximum specific gravity of annual ring were chosen.

Results are as follows :

Decrease in light intensity by 50% resulted in 1) decrease in ring width by 30%, 2) increase in the minimum specific gravity within a ring by 7%, 3) increase in earlywood specific gravity by 5%, 4) increase in average specific gravity by 6%, 5) no considerable change in the maximum specific gravity within a ring.

The wood formed under the condition of 50% light intensity showed that at the same ring width it has a lower specific gravity than the wood formed without shading, and that at the same average specific gravity it has a fairly higher latewood percentage than the wood formed without shading.

Pruning resulted in an increase in 1) the minimum specific gravity within a ring by 8%, 2) earlywood specific gravity by 7%, 3) the maximum specific gravity within a ring by 5%, 4) the average specific gravity by 12%.

The indicators of wood quality positively influenced by two factors, light intensity and pruning, were the latewood percentage, the average specific gravity and the minimum specific gravity of a ring.