

## カラマツ樹幹内における旋回木理の 分布とその出現型

中 川 伸 策<sup>(1)</sup>

Shinsaku NAKAGAWA : Distribution of Spiral Grain within Stem and  
the Spirality Pattern on *Larix leptolepis* GORDON

要 旨：カラマツ材の用材品質に最も影響を及ぼす「ねじれ」は、樹幹のなかの繊維の旋回成長に基づくもので、これが製品の繊維傾斜度と緊密な関連をもっている。

幹のなかの繊維傾斜度の出現状態は、樹冠材と枝下材とは明らかに差異が認められ、前者では約95%がS傾斜を示しているのに対し、後者では約70%がS傾斜を示している。供試木の胸高円板における逐年の繊維傾斜度と、地上高べつ円板のそれぞれ対応する樹齢の年輪における平均繊維傾斜度とのあいだには、有意な相関が認められ、胸高部位の繊維傾斜度の測定から全樹幹の平均繊維傾斜度を推定し得る。また、円板における繊維傾斜度の最大値と、その円板における平均値（絶対値）とのあいだにも有意な相関が認められ、この最大値は樹心から10年輪までに約80%が出現している。胸高円板における繊維傾斜度の、樹心から外側へ向かっての出現型では、S傾斜のみの変化を示すものが、全調査木の約40%、S傾斜から樹齢の経過とともにZ傾斜へ移行するもの53%、ほぼ通直な繊維走行（繊維傾斜度の最大値5%以下、平均値（絶対値）2.2%以下のもの）とみなされるものは5.5%の出現率を示した。

この繊維傾斜度がほぼ通直なものは、林木の外形に関して、胸高直径がとくに大きく、完満度の小さい樹形のグループには認められず、胸高直径が比較的小さく、枝下高がやや高く、また、完満な樹形のグループに出現する傾向があった。

### ま え が き

短伐期生産を目的としたカラマツの用材品質については、昭和36年度から当材質研究室において調査が行なわれ、この調査をつうじて、とくにカラマツ心持ち角にあらわれる二次的な欠点のうち、ねじれがその品質を低下させる主要な因子となっていること<sup>3)4)</sup>が明らかとなり、これが樹木の旋回成長に起因して生ずる製品の繊維傾斜度と、かなり密接に関連しているものとみなされた。

この試験は、シンシュウカラマツ (*Larix leptolepis* GORDON) について、旋回木理が幹の材部や地上高の部位によって、どのような変動を示し、成長条件とどのような関連をもつか、また、各個体間においてどのように異なるかなどの実態を調べ、カラマツ材の利用および生産の基礎資料をうることを目的として行なった。

この試験の実行にあたっては、当林業試験場調査部長加納 孟氏に終始懇切なご指導をいただいた。また、現地調査および供試木の採材にあたっては、長野営林局上田営林署の関係職員のかたがたのご協力を得た。さらに現地調査および試料の測定にあたっては、当材質研究室長中野達夫氏をはじめ、研究室各位のご協力をえた。ここに、これらのかたがたにたいし深く感謝の意を表します。

### 1. 調査地および供試木の概要

シンシュウカラマツの代表的な産地として、長野営林局上田営林署管内、和田山国有林内の造林地を選

1972年5月19日受理

(1) 木 材 部

定し、これに面積約 0.38ha の調査地を設け、林分調査を行なったが、その概要は Table 1 のとおりである。これから、林分の林齢は49年生、立本密度は 528 本/ha であった。

この標準地について、毎木調査を行なったのち、200 本の調査木を選定した。伐倒後供試木の概要を調べるとともに、各供試木の胸高位置から厚さ約 10cm の円板を採取し、繊維傾斜度の出現型を調査するための試料とした（全胸高円板）。また、このなかから胸高直径、枝下高、および樹冠の大きさを基準として 9 本を選び、通常の樹幹解析を行なう位置からそれぞれ同様の円板を採取して、繊維傾斜度の樹幹内の変動を調査するための試料とした（全樹幹）。

Table 1. 調査地の概要  
Sampling plot

|                           |                                                                                           |                                                     |                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 所 在<br>Situation          | 長野県小県郡東部町和田<br>山国有林 141 林班ち小班<br>Wadayama district,<br>National forest of<br>Nagano pref. | 林 齢<br>Tree age                                     | 49 年生<br>49 years of age          |
|                           |                                                                                           | 伐採時の立本密度<br>Number of trees at<br>the final cutting | 528 本/ha<br>528 trees per hectare |
| 立地の傾斜<br>Slope of stand   | 北西、緩<br>Northwest slope, gentle                                                           | 標 高<br>Height above<br>sea level                    | 1,520 m<br>1,520 meters           |
| 土 壌 条 件<br>Soil condition | 安山岩、礫壤<br>Conglomerate, loam                                                              | 調査地面積<br>Area of sample<br>plot (ha)                | 0.3791 ha<br>0.3791 hectare       |

Table 2. 供試木の概要  
Sample trees

| 供試木番号<br>Sample<br>tree No. | 樹 高<br>Height<br>$H$<br>(m) | 胸高直径<br>Breast<br>height<br>diameter<br>$D$<br>(cm) | 枝下高<br>Clear<br>length<br>$h$<br>(m) | 完 満 度<br>Degree of<br>full-body<br>$H/D$ | 枝下高率<br>Percentage<br>of clear<br>length<br>$h/H$<br>(%) | 平均樹冠幅<br>Average<br>of crown<br>diameter<br>$W$<br>(m) |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1                           | 24.0                        | 29                                                  | 12.8                                 | 82.8                                     | 53                                                       | 6.4                                                    |
| 2                           | 23.7                        | 29                                                  | 14.9                                 | 81.7                                     | 63                                                       | 6.6                                                    |
| 3                           | 24.3                        | 31                                                  | 17.1                                 | 78.4                                     | 70                                                       | 6.0                                                    |
| 4                           | 24.3                        | 26                                                  | 16.8                                 | 93.5                                     | 69                                                       | 5.6                                                    |
| 5                           | 24.3                        | 27                                                  | 13.9                                 | 90.0                                     | 57                                                       | 6.4                                                    |
| 6                           | 25.5                        | 30                                                  | 17.6                                 | 85.0                                     | 69                                                       | 7.0                                                    |
| 7                           | 23.3                        | 22                                                  | 16.5                                 | 105.9                                    | 71                                                       | 4.8                                                    |
| 8                           | 23.0                        | 26                                                  | 17.0                                 | 88.5                                     | 74                                                       | 6.0                                                    |
| 9                           | 24.3                        | 31                                                  | 16.5                                 | 78.4                                     | 68                                                       | 5.6                                                    |
| 10                          | 24.5                        | 26                                                  | 17.3                                 | 94.2                                     | 71                                                       | 6.6                                                    |
| 11                          | 24.6                        | 28                                                  | 13.6                                 | 87.9                                     | 55                                                       | 6.6                                                    |
| 12                          | 19.6                        | 22                                                  | 10.1                                 | 89.1                                     | 52                                                       | 5.4                                                    |
| 13                          | 23.0                        | 30                                                  | 13.6                                 | 76.7                                     | 59                                                       | 7.0                                                    |
| 14                          | 22.4                        | 26                                                  | 15.6                                 | 86.2                                     | 70                                                       | 6.8                                                    |
| 15                          | 24.3                        | 30                                                  | 15.1                                 | 81.0                                     | 62                                                       | 6.4                                                    |
| 16                          | 26.5                        | 32                                                  | 18.0                                 | 82.8                                     | 68                                                       | 7.2                                                    |
| 17                          | 24.0                        | 26                                                  | 17.2                                 | 92.3                                     | 72                                                       | 4.4                                                    |
| 18                          | 25.7                        | 30                                                  | 17.3                                 | 85.7                                     | 67                                                       | 6.0                                                    |
| 19                          | 25.0                        | 28                                                  | 17.5                                 | 89.3                                     | 70                                                       | 5.6                                                    |
| 20                          | 24.2                        | 26                                                  | 14.2                                 | 93.1                                     | 59                                                       | 5.8                                                    |
| 21                          | 22.7                        | 26                                                  | 16.1                                 | 87.3                                     | 71                                                       | 4.8                                                    |
| 22                          | 24.5                        | 34                                                  | 17.3                                 | 72.1                                     | 71                                                       | 7.6                                                    |
| 23                          | 24.8                        | 32                                                  | 14.6                                 | 77.5                                     | 59                                                       | 6.6                                                    |
| 24                          | 25.8                        | 33                                                  | 18.2                                 | 78.2                                     | 71                                                       | 6.8                                                    |
| 25                          | 24.1                        | 27                                                  | 17.7                                 | 89.3                                     | 73                                                       | 5.2                                                    |

| 供試木番号<br>Sample tree No. | 樹 高<br>Height<br>$H$<br>(m) | 胸高直径<br>Breast height diameter<br>$D$<br>(cm) | 枝 下 高<br>Clear length<br>$h$<br>(m) | 完 満 度<br>Degree of full-body<br>$H/D$ | 枝 下 高 率<br>Percentage of clear length<br>$h/H$<br>(%) | 平均樹冠幅<br>Average of crown diameter<br>$W$<br>(m) |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 26                       | 25.8                        | 32                                            | 16.6                                | 80.6                                  | 64                                                    | 7.2                                              |
| 27                       | 24.0                        | 30                                            | 15.7                                | 80.0                                  | 65                                                    | 6.8                                              |
| 28                       | 26.8                        | 34                                            | 17.3                                | 78.8                                  | 64                                                    | 5.8                                              |
| 29                       | 25.2                        | 33                                            | 17.7                                | 76.4                                  | 70                                                    | 6.8                                              |
| 30                       | 23.6                        | 24                                            | 16.9                                | 98.3                                  | 72                                                    | 4.6                                              |
| 31                       | 24.7                        | 28                                            | 14.4                                | 88.2                                  | 58                                                    | 5.6                                              |
| 32                       | 24.1                        | 30                                            | 16.7                                | 80.3                                  | 69                                                    | 4.8                                              |
| 33                       | 25.7                        | 32                                            | 17.4                                | 80.3                                  | 68                                                    | 7.4                                              |
| 34                       | 24.0                        | 26                                            | 15.9                                | 92.3                                  | 66                                                    | 6.0                                              |
| 35                       | 24.8                        | 28                                            | 16.3                                | 88.6                                  | 66                                                    | 7.0                                              |
| 36                       | 23.3                        | 28                                            | 14.8                                | 83.2                                  | 64                                                    | 7.8                                              |
| 37                       | 25.6                        | 32                                            | 15.4                                | 80.0                                  | 100                                                   | 7.6                                              |
| 38                       | 21.9                        | 22                                            | 18.0                                | 99.6                                  | 82                                                    | 4.4                                              |
| 39                       | 20.7                        | 22                                            | 14.7                                | 94.1                                  | 71                                                    | 5.8                                              |
| 40                       | 23.7                        | 26                                            | 16.3                                | 91.2                                  | 69                                                    | 8.4                                              |
| 41                       | 25.9                        | 35                                            | 14.7                                | 74.0                                  | 57                                                    | 8.6                                              |
| 42                       | 23.3                        | 26                                            | 15.4                                | 89.6                                  | 66                                                    | 9.0                                              |
| 43                       | 25.4                        | 32                                            | 18.4                                | 79.4                                  | 72                                                    | 5.6                                              |
| 44                       | 24.8                        | 31                                            | 16.5                                | 80.0                                  | 67                                                    | 6.8                                              |
| 45                       | 25.7                        | 32                                            | 15.0                                | 80.3                                  | 58                                                    | 7.8                                              |
| 46                       | 24.3                        | 30                                            | 16.3                                | 81.0                                  | 67                                                    | 5.6                                              |
| 47                       | 24.7                        | 30                                            | 17.7                                | 82.3                                  | 72                                                    | 7.2                                              |
| 48                       | 25.3                        | 32                                            | 16.8                                | 79.1                                  | 66                                                    | 8.4                                              |
| 49                       | 25.0                        | 32                                            | 13.3                                | 78.1                                  | 53                                                    | 7.8                                              |
| 50                       | 24.0                        | 33                                            | 17.6                                | 72.7                                  | 73                                                    | 8.6                                              |
| 51                       | 21.7                        | 26                                            | 14.8                                | 83.5                                  | 68                                                    | 7.0                                              |
| 52                       | 22.0                        | 26                                            | 13.8                                | 84.6                                  | 63                                                    | 7.4                                              |
| 53                       | 23.9                        | 30                                            | 15.1                                | 79.7                                  | 63                                                    | 7.8                                              |
| 54                       | 25.9                        | 32                                            | 17.1                                | 80.9                                  | 66                                                    | 6.4                                              |
| 55                       | 26.0                        | 31                                            | 16.9                                | 83.9                                  | 65                                                    | 8.0                                              |
| 56                       | 25.5                        | 32                                            | 17.4                                | 79.7                                  | 68                                                    | 7.4                                              |
| 57                       | 23.6                        | 26                                            | 16.8                                | 90.8                                  | 71                                                    | 6.2                                              |
| 58                       | 23.5                        | 29                                            | 16.2                                | 81.0                                  | 69                                                    | 7.0                                              |
| 59                       | 22.5                        | 24                                            | 13.6                                | 93.8                                  | 60                                                    | 7.2                                              |
| 60                       | 23.7                        | 31                                            | 16.4                                | 76.5                                  | 69                                                    | 7.4                                              |
| 61                       | 22.5                        | 25                                            | 13.5                                | 90.0                                  | 60                                                    | 6.2                                              |
| 62                       | 22.3                        | 24                                            | 14.9                                | 92.9                                  | 67                                                    | 8.2                                              |
| 63                       | 24.5                        | 28                                            | 17.0                                | 87.5                                  | 69                                                    | 5.8                                              |
| 64                       | 22.8                        | 26                                            | 16.3                                | 87.7                                  | 71                                                    | 5.4                                              |
| 65                       | 24.7                        | 34                                            | 16.8                                | 72.7                                  | 68                                                    | 5.6                                              |
| 66                       | 24.8                        | 30                                            | 17.2                                | 82.7                                  | 69                                                    | 6.8                                              |
| 67                       | 23.9                        | 27                                            | 15.3                                | 88.5                                  | 64                                                    | 5.8                                              |
| 68                       | 26.0                        | 37                                            | 17.4                                | 70.3                                  | 67                                                    | 8.4                                              |
| 69                       | 24.2                        | 26                                            | 17.3                                | 93.1                                  | 71                                                    | 4.4                                              |
| 70                       | 25.7                        | 33                                            | 16.5                                | 77.9                                  | 64                                                    | 6.6                                              |
| 71                       | 23.0                        | 31                                            | 14.8                                | 74.2                                  | 64                                                    | 7.2                                              |
| 72                       | 23.2                        | 31                                            | 15.4                                | 74.8                                  | 66                                                    | 6.6                                              |
| 73                       | 25.2                        | 33                                            | 14.0                                | 76.4                                  | 56                                                    | 8.6                                              |
| 74                       | 25.2                        | 29                                            | 15.4                                | 86.9                                  | 61                                                    | 4.4                                              |
| 75                       | 26.0                        | 32                                            | 15.4                                | 81.3                                  | 59                                                    | 5.4                                              |
| 76                       | 26.1                        | 34                                            | 15.3                                | 76.8                                  | 59                                                    | 8.6                                              |
| 77                       | 23.2                        | 30                                            | 15.0                                | 77.3                                  | 65                                                    | 8.6                                              |
| 78                       | 24.5                        | 26                                            | 17.1                                | 94.2                                  | 70                                                    | 6.0                                              |
| 79                       | 19.0                        | 17                                            | 15.0                                | 111.8                                 | 79                                                    | 3.0                                              |
| 80                       | 24.7                        | 26                                            | 17.0                                | 95.0                                  | 69                                                    | 4.8                                              |
| 81                       | 25.6                        | 35                                            | 16.7                                | 73.1                                  | 65                                                    | 8.6                                              |
| 82                       | 25.2                        | 26                                            | 16.4                                | 96.9                                  | 65                                                    | 5.0                                              |
| 83                       | 25.5                        | 32                                            | 17.7                                | 79.7                                  | 69                                                    | 5.6                                              |
| 84                       | 23.3                        | 30                                            | 17.9                                | 77.7                                  | 77                                                    | 5.8                                              |
| 85                       | 26.0                        | 32                                            | 17.5                                | 81.3                                  | 67                                                    | 6.4                                              |
| 86                       | 21.1                        | 23                                            | 14.2                                | 91.7                                  | 67                                                    | 4.8                                              |

Table 2. (つづき) (Continued)

| 供試木番号<br>Sample tree No. | 樹 高<br>Height<br>$H$<br>(m) | 胸高直径<br>Breast height diameter<br>$D$<br>(cm) | 枝 下 高<br>Clear length<br>$h$<br>(m) | 完 満 度<br>Degree of full-body<br>$H/D$ | 枝 下 高 率<br>Percentage of clear length<br>$h/H$<br>(%) | 平均樹冠幅<br>Average of crown diameter<br>$W$<br>(m) |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 87                       | 25.3                        | 31                                            | 15.8                                | 81.6                                  | 62                                                    | 6.0                                              |
| 88                       | 23.0                        | 30                                            | 13.9                                | 76.7                                  | 60                                                    | 4.6                                              |
| 89                       | 22.1                        | 20                                            | 17.0                                | 110.5                                 | 77                                                    | 4.6                                              |
| 90                       | 21.5                        | 20                                            | 15.1                                | 107.5                                 | 70                                                    | 4.4                                              |
| 91                       | 25.0                        | 28                                            | 16.6                                | 89.3                                  | 66                                                    | 7.2                                              |
| 92                       | 26.9                        | 34                                            | 14.0                                | 79.1                                  | 52                                                    | 7.4                                              |
| 93                       | 25.1                        | 33                                            | 16.8                                | 76.1                                  | 67                                                    | 6.2                                              |
| 94                       | 25.0                        | 33                                            | 13.9                                | 75.8                                  | 56                                                    | 6.6                                              |
| 95                       | 21.4                        | 22                                            | 14.7                                | 97.3                                  | 69                                                    | 6.0                                              |
| 96                       | 23.6                        | 26                                            | 14.1                                | 90.8                                  | 60                                                    | 6.6                                              |
| 97                       | 27.5                        | 36                                            | 16.5                                | 76.4                                  | 60                                                    | 7.6                                              |
| 98                       | 26.0                        | 32                                            | 15.0                                | 81.3                                  | 58                                                    | 6.6                                              |
| 99                       | 23.3                        | 24                                            | 15.9                                | 97.1                                  | 68                                                    | 4.4                                              |
| 100                      | 23.8                        | 31                                            | 12.7                                | 76.8                                  | 53                                                    | 8.0                                              |
| 101                      | 21.3                        | 25                                            | 13.0                                | 85.2                                  | 61                                                    | 6.0                                              |
| 102                      | 24.2                        | 32                                            | 13.6                                | 75.6                                  | 59                                                    | 5.6                                              |
| 103                      | 22.3                        | 26                                            | 14.3                                | 85.8                                  | 64                                                    | 5.6                                              |
| 104                      | 22.4                        | 26                                            | 14.8                                | 86.2                                  | 66                                                    | 4.6                                              |
| 105                      | 24.5                        | 28                                            | 16.8                                | 87.5                                  | 69                                                    | 6.8                                              |
| 106                      | 24.7                        | 30                                            | 15.6                                | 82.3                                  | 63                                                    | 5.8                                              |
| 107                      | 26.1                        | 38                                            | 13.5                                | 68.7                                  | 52                                                    | 7.8                                              |
| 108                      | 25.1                        | 29                                            | 18.0                                | 86.6                                  | 72                                                    | 5.4                                              |
| 109                      | 25.6                        | 30                                            | 16.0                                | 85.3                                  | 63                                                    | 6.6                                              |
| 110                      | 25.0                        | 29                                            | 15.4                                | 86.2                                  | 62                                                    | 6.0                                              |
| 111                      | 25.1                        | 32                                            | 15.8                                | 78.4                                  | 63                                                    | 5.8                                              |
| 112                      | 25.9                        | 34                                            | 14.5                                | 76.2                                  | 56                                                    | 7.8                                              |
| 113                      | 23.5                        | 33                                            | 16.2                                | 71.2                                  | 69                                                    | 5.8                                              |
| 114                      | 23.4                        | 29                                            | 16.2                                | 80.7                                  | 69                                                    | 6.4                                              |
| 115                      | 25.2                        | 26                                            | 15.1                                | 96.9                                  | 60                                                    | 5.6                                              |
| 116                      | 25.5                        | 32                                            | 15.4                                | 79.7                                  | 60                                                    | 8.0                                              |
| 117                      | 23.5                        | 36                                            | 15.1                                | 65.3                                  | 64                                                    | 9.2                                              |
| 118                      | 22.8                        | 29                                            | 15.6                                | 78.6                                  | 68                                                    | 7.0                                              |
| 119                      | 23.3                        | 30                                            | 15.3                                | 77.7                                  | 66                                                    | 6.6                                              |
| 120                      | 22.7                        | 31                                            | 17.1                                | 73.2                                  | 75                                                    | 6.0                                              |
| 121                      | 25.0                        | 31                                            | 16.6                                | 80.7                                  | 66                                                    | 6.4                                              |
| 122                      | 24.1                        | 28                                            | 15.9                                | 86.1                                  | 66                                                    | 6.8                                              |
| 123                      | 25.8                        | 33                                            | 15.1                                | 78.2                                  | 59                                                    | 7.2                                              |
| 124                      | 24.3                        | 27                                            | 15.4                                | 90.0                                  | 63                                                    | 7.4                                              |
| 125                      | 23.4                        | 26                                            | 16.2                                | 90.0                                  | 69                                                    | 6.2                                              |
| 126                      | 24.2                        | 28                                            | 16.2                                | 86.4                                  | 67                                                    | 6.4                                              |
| 127                      | 24.6                        | 31                                            | 16.4                                | 79.4                                  | 67                                                    | 7.2                                              |
| 128                      | 23.2                        | 24                                            | 14.7                                | 96.7                                  | 63                                                    | 7.8                                              |
| 129                      | 21.7                        | 24                                            | 13.7                                | 90.4                                  | 63                                                    | 6.4                                              |
| 130                      | 24.0                        | 31                                            | 14.5                                | 77.4                                  | 60                                                    | 6.6                                              |
| 131                      | 23.5                        | 28                                            | 16.2                                | 83.9                                  | 69                                                    | 7.0                                              |
| 132                      | 22.7                        | 30                                            | 15.1                                | 75.7                                  | 67                                                    | 7.2                                              |
| 133                      | 23.9                        | 28                                            | 17.4                                | 85.4                                  | 72                                                    | 6.2                                              |
| 134                      | 23.3                        | 24                                            | 16.4                                | 97.1                                  | 70                                                    | 6.0                                              |
| 135                      | 25.5                        | 30                                            | 15.8                                | 85.0                                  | 62                                                    | 5.4                                              |
| 136                      | 27.8                        | 35                                            | 15.0                                | 79.4                                  | 54                                                    | 7.0                                              |
| 137                      | 24.9                        | 31                                            | 18.0                                | 80.3                                  | 72                                                    | 4.8                                              |
| 138                      | 23.5                        | 26                                            | 16.5                                | 90.4                                  | 70                                                    | 7.0                                              |
| 139                      | 25.7                        | 32                                            | 13.4                                | 80.3                                  | 52                                                    | 7.2                                              |
| 140                      | 25.4                        | 31                                            | 17.6                                | 81.9                                  | 69                                                    | 5.8                                              |
| 141                      | 21.9                        | 22                                            | 16.0                                | 99.6                                  | 73                                                    | 4.6                                              |
| 142                      | 23.2                        | 25                                            | 16.0                                | 92.0                                  | 69                                                    | 5.2                                              |
| 143                      | 25.1                        | 32                                            | 17.4                                | 78.4                                  | 69                                                    | 6.0                                              |
| 144                      | 23.2                        | 31                                            | 15.1                                | 74.8                                  | 65                                                    | 6.2                                              |
| 145                      | 25.7                        | 31                                            | 10.7                                | 82.9                                  | 42                                                    | 9.6                                              |

| 供試木番号<br>Sample<br>tree No. | 樹 高<br>Height<br>$H$<br>(m) | 胸高直径<br>Breast<br>height<br>diameter<br>$D$<br>(cm) | 枝 下 高<br>Clear<br>length<br>$h$<br>(m) | 完 満 度<br>Degree of<br>full-body<br>$H/D$ | 枝下高率<br>Percentage<br>of clear<br>length<br>$h/H$<br>(%) | 平均樹冠幅<br>Average<br>of crown<br>diameter<br>$W$<br>(m) |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 146                         | 24.4                        | 26                                                  | 16.6                                   | 93.9                                     | 68                                                       | 6.6                                                    |
| 147                         | 24.3                        | 29                                                  | 14.4                                   | 83.8                                     | 59                                                       | 6.6                                                    |
| 148                         | 23.9                        | 28                                                  | 15.0                                   | 85.4                                     | 63                                                       | 7.4                                                    |
| 149                         | 24.5                        | 26                                                  | 17.6                                   | 94.2                                     | 72                                                       | 5.0                                                    |
| 150                         | 24.5                        | 32                                                  | 18.3                                   | 76.6                                     | 75                                                       | 6.8                                                    |
| 151                         | 28.0                        | 40                                                  | 18.2                                   | 70.0                                     | 65                                                       | 7.8                                                    |
| 152                         | 17.5                        | 16                                                  | 10.0                                   | 109.4                                    | 57                                                       | 3.8                                                    |
| 153                         | 25.9                        | 28                                                  | 17.9                                   | 92.5                                     | 69                                                       | 6.4                                                    |
| 154                         | 24.9                        | 28                                                  | 18.2                                   | 88.9                                     | 73                                                       | 5.6                                                    |
| 155                         | 23.8                        | 26                                                  | 16.6                                   | 91.5                                     | 70                                                       | 5.8                                                    |
| 156                         | 26.2                        | 31                                                  | 13.5                                   | 84.5                                     | 52                                                       | 6.6                                                    |
| 157                         | 26.3                        | 31                                                  | 19.0                                   | 84.8                                     | 72                                                       | 5.2                                                    |
| 158                         | 22.4                        | 19                                                  | 18.0                                   | 117.9                                    | 80                                                       | 4.2                                                    |
| 159                         | 21.0                        | 19                                                  | 13.4                                   | 110.5                                    | 64                                                       | 5.2                                                    |
| 160                         | 23.0                        | 26                                                  | 14.0                                   | 88.5                                     | 61                                                       | 7.0                                                    |
| 161                         | 24.9                        | 33                                                  | 17.3                                   | 75.5                                     | 69                                                       | 7.0                                                    |
| 162                         | 24.2                        | 28                                                  | 18.1                                   | 86.4                                     | 75                                                       | 5.4                                                    |
| 163                         | 22.9                        | 22                                                  | 15.5                                   | 104.1                                    | 68                                                       | 4.4                                                    |
| 164                         | 26.2                        | 32                                                  | 18.3                                   | 81.9                                     | 70                                                       | 6.0                                                    |
| 165                         | 22.0                        | 28                                                  | 15.3                                   | 78.6                                     | 70                                                       | 7.2                                                    |
| 166                         | 25.5                        | 31                                                  | 18.1                                   | 82.3                                     | 71                                                       | 5.0                                                    |
| 167                         | 26.4                        | 32                                                  | 15.3                                   | 82.5                                     | 58                                                       | 5.8                                                    |
| 168                         | 24.0                        | 32                                                  | 14.8                                   | 75.0                                     | 62                                                       | 6.4                                                    |
| 169                         | 23.8                        | 26                                                  | 13.0                                   | 91.5                                     | 55                                                       | 5.0                                                    |
| 170                         | 25.3                        | 34                                                  | 15.2                                   | 74.4                                     | 60                                                       | 6.4                                                    |
| 171                         | 23.8                        | 28                                                  | 14.5                                   | 85.0                                     | 61                                                       | 6.4                                                    |
| 172                         | 20.1                        | 29                                                  | 13.0                                   | 69.3                                     | 65                                                       | 5.8                                                    |
| 173                         | 24.2                        | 26                                                  | 16.0                                   | 93.1                                     | 66                                                       | 4.8                                                    |
| 174                         | 23.5                        | 24                                                  | 18.1                                   | 97.9                                     | 77                                                       | 4.4                                                    |
| 175                         | 22.3                        | 31                                                  | 13.0                                   | 71.9                                     | 58                                                       | 7.4                                                    |
| 176                         | 24.0                        | 28                                                  | 16.0                                   | 85.7                                     | 67                                                       | 4.0                                                    |
| 177                         | 22.9                        | 24                                                  | 15.6                                   | 95.4                                     | 68                                                       | 4.6                                                    |
| 178                         | 25.7                        | 32                                                  | 16.5                                   | 80.3                                     | 64                                                       | 5.6                                                    |
| 179                         | 25.8                        | 27                                                  | 18.3                                   | 95.6                                     | 71                                                       | 5.0                                                    |
| 180                         | 23.0                        | 26                                                  | 15.9                                   | 88.0                                     | 69                                                       | 6.2                                                    |
| 181                         | 24.5                        | 30                                                  | 17.7                                   | 81.7                                     | 72                                                       | 6.8                                                    |
| 182                         | 27.4                        | 30                                                  | 18.5                                   | 91.3                                     | 68                                                       | 6.0                                                    |
| 183                         | 25.5                        | 31                                                  | 15.5                                   | 82.3                                     | 61                                                       | 7.4                                                    |
| 184                         | 26.2                        | 34                                                  | 18.2                                   | 77.1                                     | 69                                                       | 7.0                                                    |
| 185                         | 24.5                        | 26                                                  | 14.3                                   | 94.2                                     | 58                                                       | 6.8                                                    |
| 186                         | 27.1                        | 32                                                  | 15.1                                   | 84.7                                     | 56                                                       | 7.0                                                    |
| 187                         | 24.5                        | 26                                                  | 16.7                                   | 94.2                                     | 68                                                       | 5.8                                                    |
| 188                         | 25.2                        | 34                                                  | 13.1                                   | 74.1                                     | 52                                                       | 6.4                                                    |
| 189                         | 24.2                        | 32                                                  | 14.3                                   | 75.6                                     | 59                                                       | 5.4                                                    |
| 190                         | 24.2                        | 26                                                  | 14.9                                   | 93.1                                     | 62                                                       | 5.4                                                    |
| 191                         | 25.8                        | 40                                                  | 15.6                                   | 64.5                                     | 60                                                       | 9.0                                                    |
| 192                         | 25.6                        | 31                                                  | 17.3                                   | 82.6                                     | 68                                                       | 6.4                                                    |
| 193                         | 24.8                        | 27                                                  | 16.0                                   | 91.9                                     | 65                                                       | 5.8                                                    |
| 194                         | 25.2                        | 35                                                  | 10.3                                   | 72.0                                     | 41                                                       | 10.6                                                   |
| 195                         | 25.6                        | 32                                                  | 16.5                                   | 80.0                                     | 64                                                       | 7.2                                                    |
| 196                         | 21.8                        | 22                                                  | 15.8                                   | 99.1                                     | 72                                                       | 4.6                                                    |
| 197                         | 24.6                        | 30                                                  | 16.0                                   | 82.0                                     | 65                                                       | 8.4                                                    |
| 198                         | 23.8                        | 26                                                  | 15.4                                   | 91.5                                     | 65                                                       | 5.8                                                    |
| 199                         | 20.0                        | 28                                                  | 15.8                                   | 71.4                                     | 29                                                       | 10.6                                                   |
| 200                         | 24.8                        | 33                                                  | 14.9                                   | 75.2                                     | 60                                                       | 7.8                                                    |
| 計 Total                     |                             |                                                     |                                        |                                          |                                                          |                                                        |
| 最大 Max.~                    | 28.0~                       | 40~                                                 | 19.0~                                  | 117.9~                                   | 100~                                                     | 10.6~                                                  |
| 平均 Average                  | 24.2                        | 29                                                  | 15.8                                   | 84.7                                     | 66                                                       | 6.4                                                    |
| 最小 ~Min.                    | ~17.5                       | ~16                                                 | ~10.0                                  | ~51.5                                    | ~29                                                      | ~3.0                                                   |

これらの供試木の概要は Table 2 に示したとおりである。これから、調査林分内における幹の外形についての概要は、樹高 17~28m, 平均 24.2m, 胸高直径 16~40cm, 平均 29.0cm, 完満度 52~118, 平均 84.7, 枝下高 10~19m, 平均 15.8m, 枝下高率 29~100%, 平均 66.0%, 平均樹冠幅 3~11m, 平均 6.4m であった。

## 2. 繊維傾斜度の測定法

繊維傾斜の尺度としては、一般に幹軸に対する繊維走行のフレの量を $\%$ で求めた繊維傾斜度で示されるが、この測定方法として、Fig. 1 に示すような割裂法と剥離法の 2 つが考えられる。割裂法とは、両木口面に一対の基準線をもうけ、その一方の木口面から割裂したとき、他方にあらわれる割裂線の基準線からのフレの量を測定する方法である。なお、この基準線は、一方の木口面の外周中央部に基点を定め、これから幹軸にあわせて垂線をおとし、他方の木口面に接する点をその面の基点とし、これら基点と髓を結んだものである。これらの 2 つの方法によって求めた繊維傾斜度について、両者の各年の値の関係を求め、Fig. 2 にしめした。

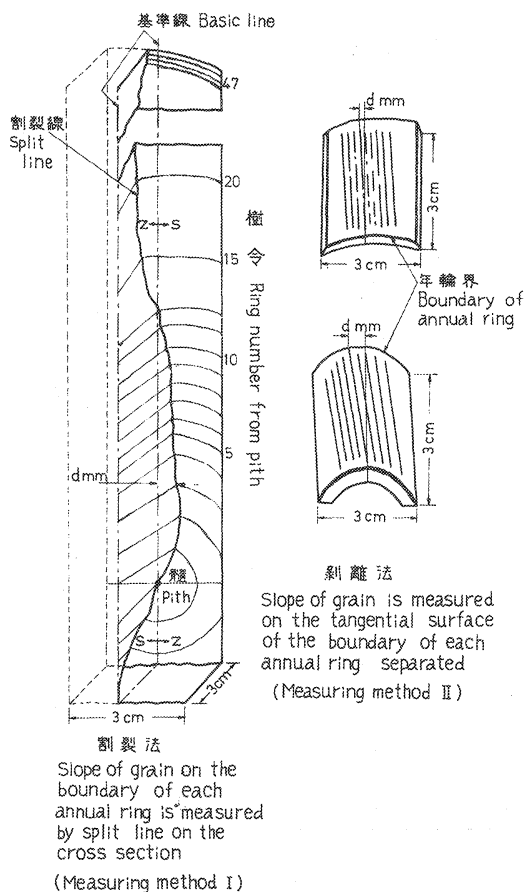


Fig. 1 繊維傾斜度の測定法  
Measuring method of slope of grain.

これから、繊維傾斜度の各年における値は、幹の直径、樹心からの年輪数にかかわらず両者の値はほぼ一致しており、これらの相関係数は 0.613~0.881 を示し、緊密な関係があるものとみなされた。したがって本報では、より簡便に測定できる割裂法を用いて繊維傾斜度を測定した。

次に、一年輪内における繊維傾斜度の代表値を求めるため、年輪の早材、早材と晩材の間、晩材の初めおよび晩材の終りの 4 か所について、割裂法による繊維傾斜度の比較を行なった。試料の樹心から外周までの各年輪について、上記 4 か所の測定値をそれぞれ集計し Table 3 に示した。これから、晩材の終りが繊維傾斜度の絶対値で最も大きく、早材と晩材の間が最も小さいことはあきらかである。これらのうち、最も大きい繊維傾斜度を示す晩材の終りの値を、一年輪内の代表値とみなすことにした。

さらに、繊維傾斜度の円板内における各方位の代表値を求めるため Fig. 3 に示すように、円板の 12 方位について繊維傾斜度を測定した。なお、円板が幹軸に直交して採取されたかどうか重要であるが、実際上は厳密な検討がむずかしいので、直径方位について各年の対応する

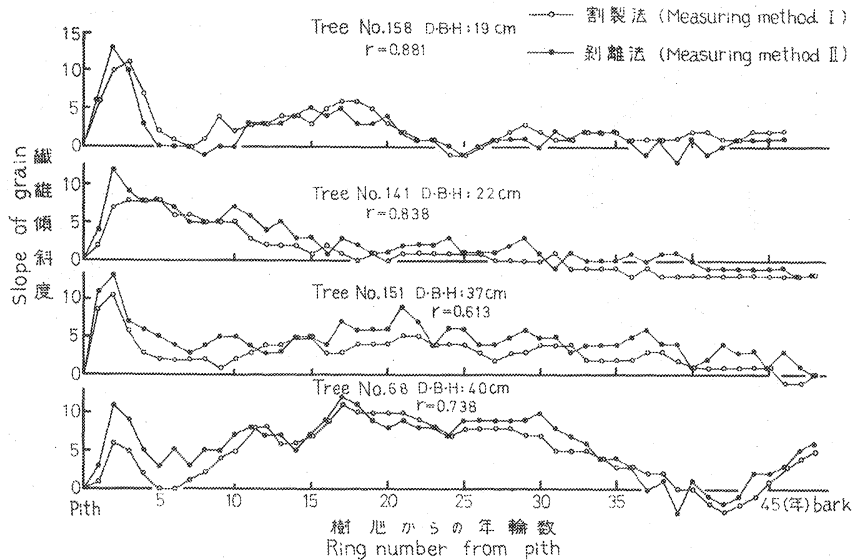


Fig. 2 割製法と剥離法による繊維傾斜度の比較  
Comparisons between slope of grain measured by method I and II.

Table 3. 年輪内における繊維傾斜度の変動  
Variation of slope of grain in a annual ring

| 供試木番<br>Sample tree No. | 胸高直径<br>D. B. H. (cm) | 繊維傾斜の方向<br>(最大値または合計値)<br>Direction of slope of grain<br>(Max. or Total) | 繊維傾斜の基準線からのフレの量 (mm)<br>Distance from basic line to split line |                                              |                                 |                           |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                         |                       |                                                                          | 早材<br>Early wood                                               | 早晩材の中間<br>Middle of early wood and late wood | 晩材の初め<br>Beginning of late wood | 晩材の終り<br>End of late wood |
| 68                      | 37.0                  | S の最大値<br>Maximum value of S-grain                                       | 5.5                                                            | 5.6                                          | 5.9                             | 6.0                       |
|                         |                       | Z の最大値<br>Maximum value of Z-grain                                       | 0.3                                                            | 0.2                                          | 0                               | 0                         |
|                         |                       | S の合計値<br>Total value of S-grain                                         | 139.2                                                          | 123.7                                        | 147.2                           | 151.1                     |
|                         |                       | Z の合計値<br>Total value of Z-grain                                         | 17.7                                                           | 11.1                                         | 19.7                            | 18.0                      |
|                         |                       | S + Z 総括<br>Total absolute value of Z and S-grain                        | 156.9                                                          | 134.8                                        | 166.9                           | 169.1                     |
|                         |                       |                                                                          |                                                                |                                              |                                 |                           |
| 158                     | 19.0                  | S の最大値<br>Maximum value of S-grain                                       | 3.8                                                            | 3.4                                          | 3.9                             | 3.9                       |
|                         |                       | Z の最大値<br>Maximum value of Z-grain                                       | 0.4                                                            | 0.5                                          | 0.4                             | 0.4                       |
|                         |                       | S の合計値<br>Total value of S-grain                                         | 69.7                                                           | 48.9                                         | 73.1                            | 75.2                      |
|                         |                       | Z の合計値<br>Total value of Z-grain                                         | 12.9                                                           | 5.5                                          | 13.9                            | 12.1                      |
|                         |                       | S + Z 総括<br>Total absolute value of Z and S-grain                        | 82.6                                                           | 54.4                                         | 87.0                            | 87.3                      |
|                         |                       |                                                                          |                                                                |                                              |                                 |                           |

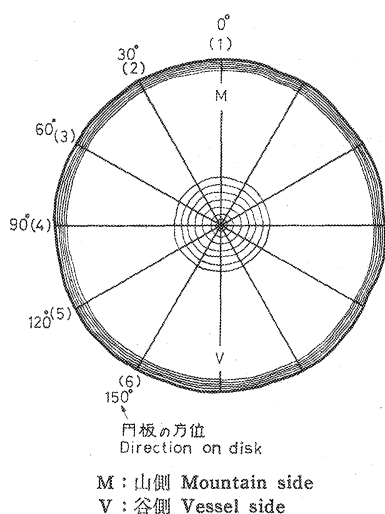


Fig. 3 円板内における繊維度測定  
の方位  
Directions measured slope of  
grain on disk.

の各方向の長さをそれぞれ 3 cm に木取った。つぎに両木口面に基準線をもうけ、一方の木口面から割裂し、他面にあらわれた割裂線について、各年輪の晩材部の終りの点から基準線までの距離を 1/10 mm 精度のメジャリング・マグニファイアを用いて読みとった。この値と幹軸方向の長さとの比を求め、パーセントで表示し、これらの値を山・谷 2 方位の樹心からの同一年輪について平均し、繊維傾斜度とした。

Table 4. 胸高円板における山・谷方位の繊維傾斜度と各方位との相関係数  
Correlation coefficients between slope of grain at mountain to vessel  
direction and that of the others on the breast height disk.

| 方位 (度)<br>Direction<br>(degree) | (2)<br>30° | (3)<br>60° | (4)<br>90° | (5)<br>120° | (6)<br>150° |
|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 供試木<br>Sample<br>tree No.       |            |            |            |             |             |
| 4                               | 0.820      | 0.812      | 0.553      | 0.514       | 0.932       |
| 31                              | 0.681      | 0.821      | 0.837      | 0.874       | 0.846       |
| 99                              | 0.936      | 0.917      | 0.812      | 0.885       | 0.917       |
| 119                             | 0.833      | 0.841      | 0.684      | 0.834       | 0.751       |
| 128                             | 0.756      | 0.740      | 0.697      | 0.769       | 0.929       |
| 151                             | 0.715      | 0.635      | 0.571      | 0.550       | 0.532       |
| 158                             | 0.841      | 0.504      | 0.441      | 0.802       | 0.781       |
| 171                             | 0.924      | 0.890      | 0.774      | 0.887       | 0.874       |
| 200                             | 0.711      | 0.713      | 0.801      | 0.688       | 0.656       |

0.365 : 1% 水準  
1% Level

年輪ごとの繊維傾斜度を平均して、この誤差をさけることにした。したがって、ここでは山側、山側から 30 度ごとの 6 方位と、これらをそれぞれ延長した方位について、樹心から同一年輪数の各年輪の繊維傾斜度を平均し、山～谷方位と他の 5 方位との関連性を求め、これらの相関係数を Table 4 に示した。これから、各方位の相関係数は、0.441～0.936 を示し、これらの方位のあいだにはかなり緊密な関連性をもつことは明らかであった。したがって、繊維傾斜度は円板のいずれの方位をとって代表値としてもさしつかえないものとみなせた。

以上のような測定方法についての予備試験の結果に基づいて、各供試円板の繊維傾斜度を測定したが、その概要は次のとおりである。

試験片は生材状態の円板について、節、腐れなどの欠点のない部分から髓を含む山～谷方位をえらび、幹軸および接線

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 繊維傾斜度の幹のなかの分布

全樹幹調査用の 9 本の供試木について、地上高 1.2m, 3.2m, 以下 2 m ごとに樹冠内まで採取した円板 81 枚について樹心から外周までの各年輪に現われた繊維傾斜度をもとめ、個体ごと、幹の地上高ごとに分布を調べ、Fig. 4-1～9 に示した。これから、幹のなかの繊維傾斜度は、供試木の個体、各地上高および

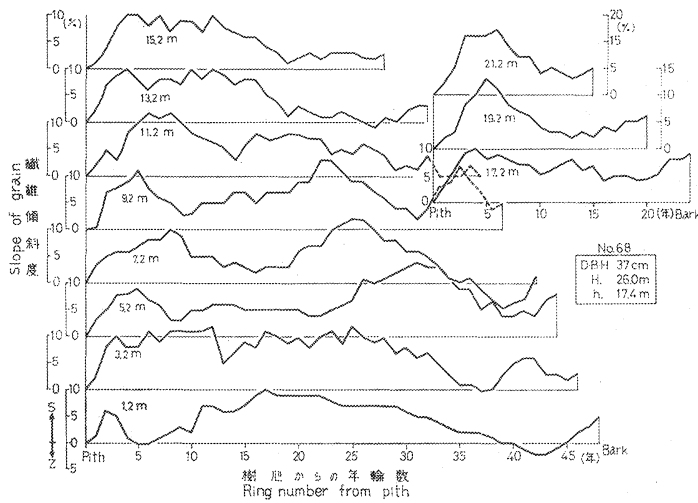


Fig. 4-1

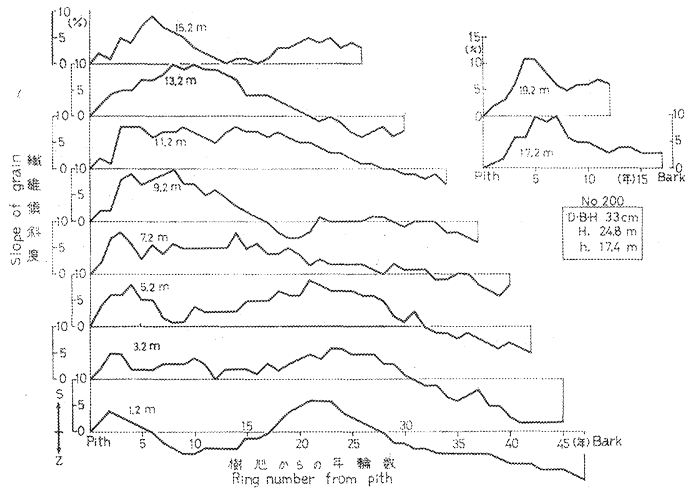


Fig. 4-2

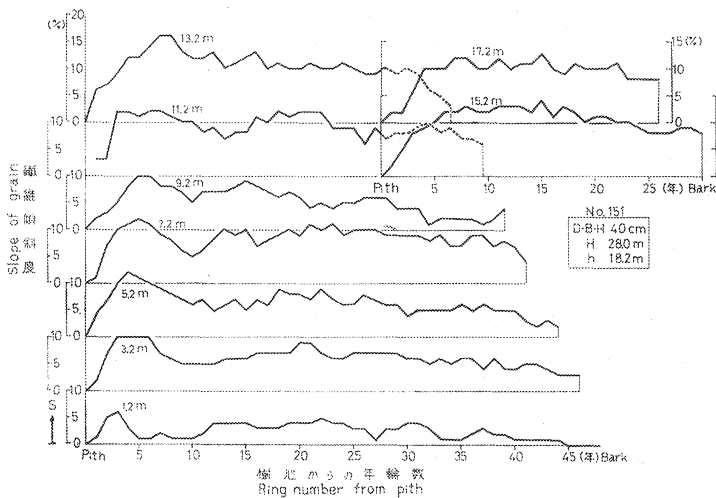


Fig. 4-3

Fig. 4-1~9 繊維傾斜度の樹幹内の分布  
Distribution of grain within stem.

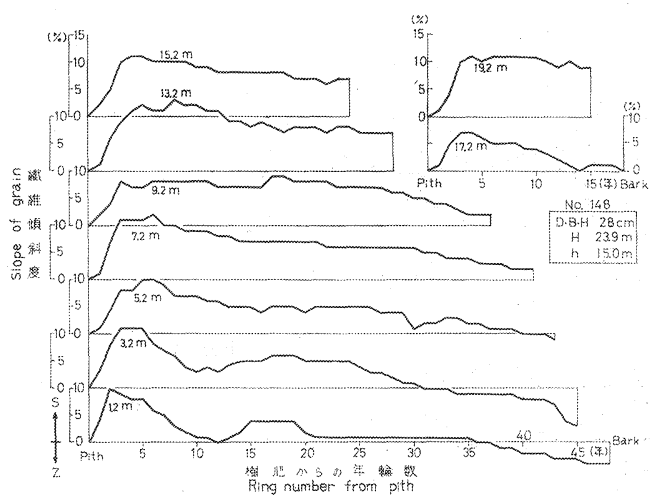


Fig. 4-4

Fig. 4-5

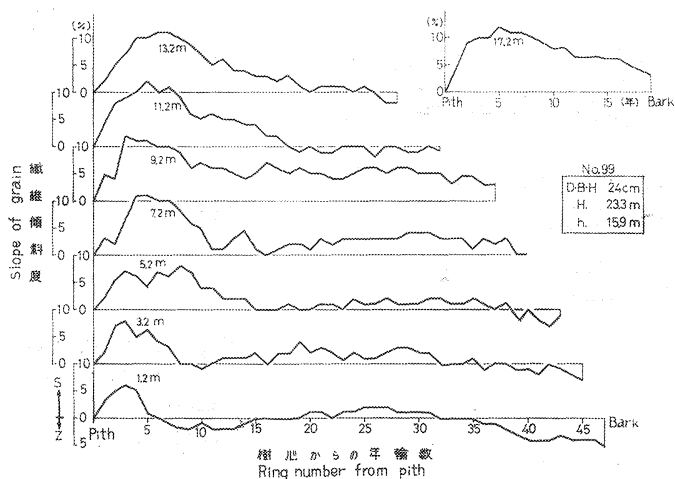
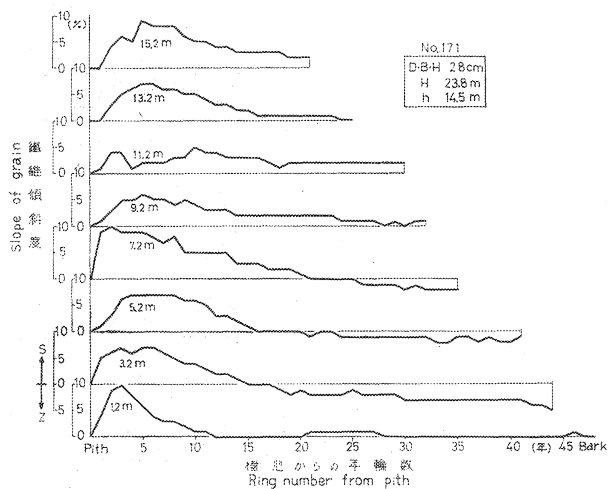


Fig. 4-6

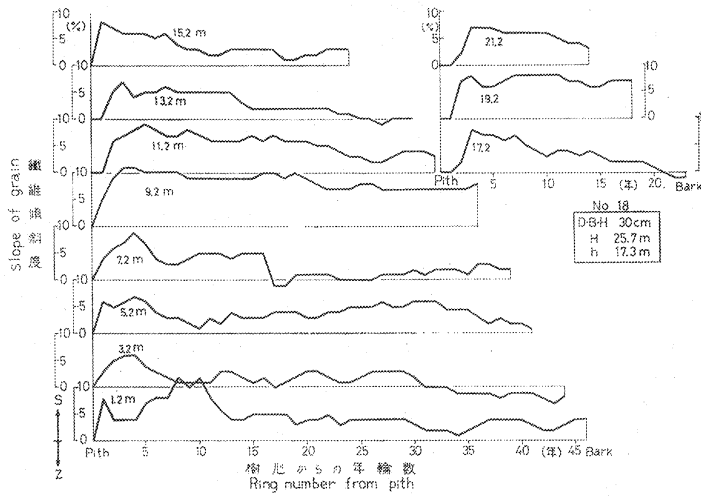


Fig. 4-7

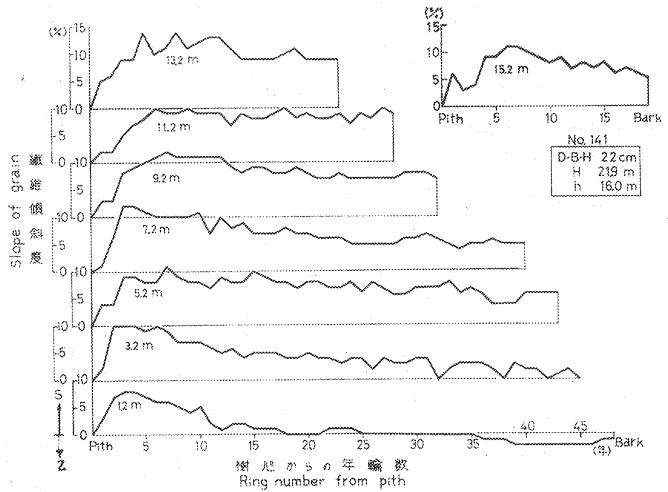


Fig. 4-8

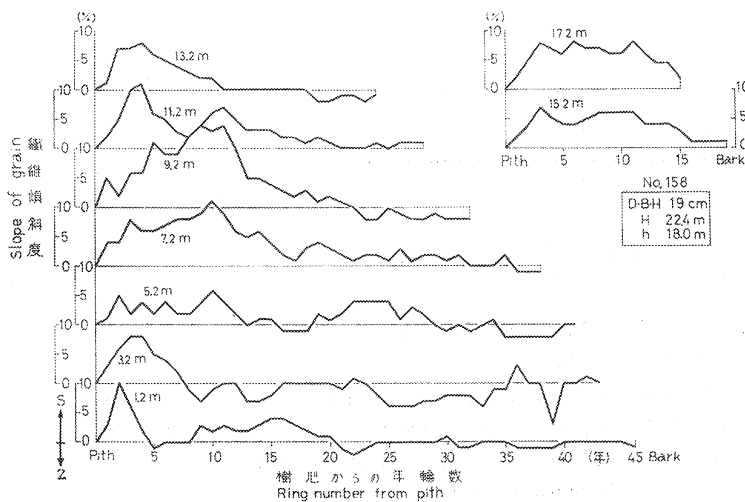


Fig. 4-9

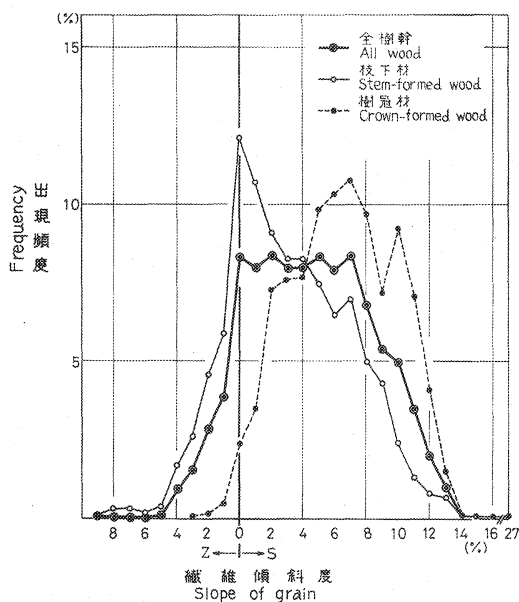


Fig. 5 材部毎繊維傾斜度の出現頻度  
Frequency polygons of slope of grain on each stem part.

各年輪のちがいによって、かなりの変動をもつことは明らかであるが、いずれの供試木についても、繊維傾斜の方向は必ずS傾斜から始まること、この分布の状態が、個体の各地上高においてほぼ似かよっていること、繊維傾斜度の最大値が、樹心からの年輪数のかかなり少ない時期に現われることなどが明らかである。

このような幹のなかの分布を示す繊維傾斜度を、樹冠材部と枝下材部とに区分し、その出現頻度を求めて Fig. 5 に示した。なお、これらの材部区分は、樹幹内の枝の枯れあがる軌跡から、生枝の含まれる材部を樹冠材、死枝の含まれる材部と無節の材部を枝下材としたものであるが、この測定方法の細部については、既報<sup>2)</sup>を参照されたい。また、この図において、S、Zの記号は、幹の外側からみた繊維の走行の方向を示したもので、前者は繊維の方向が、右下から左上に向かって走行しているものであり、後者はこの逆の走行であることを示している。Fig. 5 か

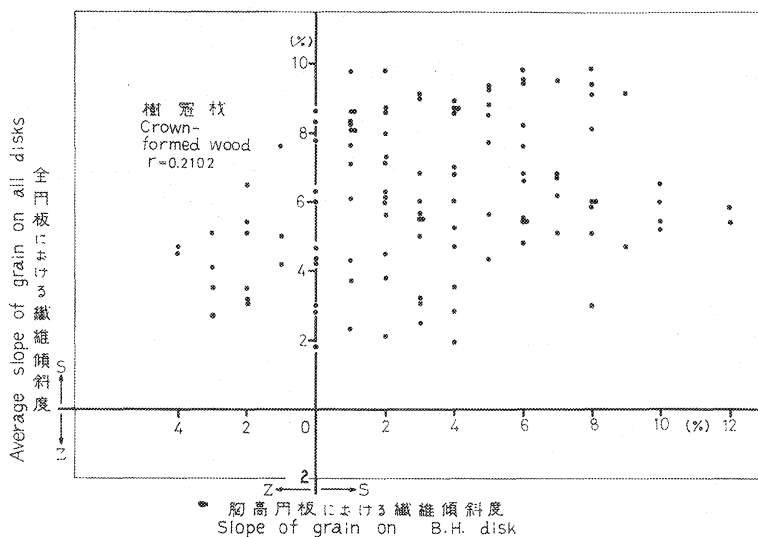


Fig. 6 胸高円板における逐年の繊維傾斜度と全円板におけるそれぞれ対応する年輪の平均繊維傾斜度との関係 (樹冠材)

Relation between the slope of grain at each ring number from pith on the breast height disk and the average slope of grain at the same ring number on the disks of the other heights in the tree at each stem part (Crown-formed wood).

ら、樹冠材部の出現範囲はZ傾斜3%からS傾斜27%にわたり、モード域はS7%を示し、この材部ではS傾斜の出現頻度が95%以上をしめている。これにたいし、枝下材部のその出現範囲はZ9%からS15%にわたり、モード域は0%を示し、Z傾斜のものの出現頻度がその材部の約30%をしめている。このように、繊維傾斜度の幹のなかの出現分布は、樹冠材部と枝下材部とでは明らかに異なり、前者ではS傾斜の出現頻度がかなり高く、Z傾斜を示すものはきわめて低いが、枝下材部においては、Z傾斜のかなり大きい値をとるものが出現しており、両材部のあいだには特徴的な差異が認められた。

全樹幹調査用の9本の供試木を対象として、胸高円板における逐年の繊維傾斜度と、幹の地上高べつに採取した81枚の全ての円板について、それぞれ対応する樹齢の年輪における平均繊維傾斜度との関係を、樹冠材部、枝下材部および全樹幹について求め、それらの関係をFig. 6～8に示した。

Fig. 6によれば、樹冠材部についてのこの関係は、かなりのバラツキを示しているが、胸高円板における繊維傾斜度が大きくなるにしたがい、幹の地上高による部位べつの平均繊維傾斜度の値も、やや増加する傾向を示し、その相関係数は0.2102で有意性(5%水準)が認められた。また、胸高円板において、繊維傾斜度が0%あるいはZ傾斜を示していても、幹の地上高べつの平均繊維傾斜度の方向は、常にS傾斜を示していることが特徴的であった。

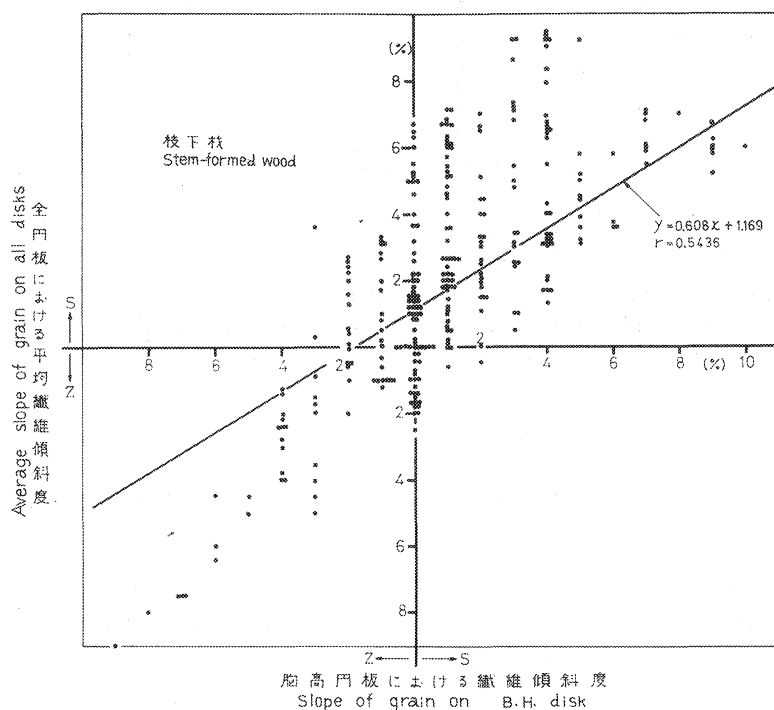


Fig. 7 胸高円板における逐年の繊維傾斜度と全円板におけるそれぞれ対応する年輪の平均繊維傾斜度との関係 (枝下材)

Relation between the slope of grain at each ring number from pith on the breast height disk and the average slope of grain at the same ring number on the disks of the other heights in the tree at each stem part (Stem-formed wood).

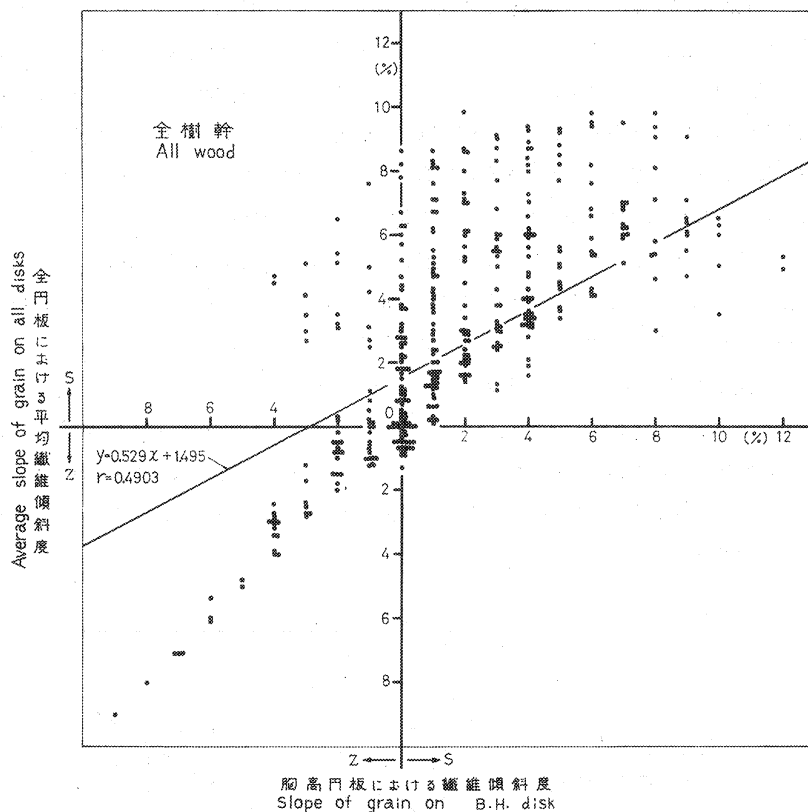


Fig. 8 胸高円板における逐年の繊維傾斜度と全円板におけるそれぞれ対応する年輪の平均繊維傾斜度との関係 (全樹幹)

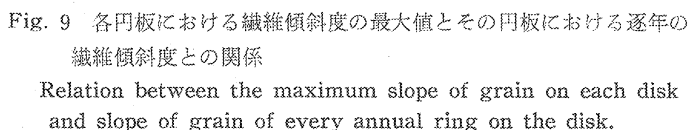
Relation between the slope of grain at each ring number from pith on the breast height disk and the average slope of grain at the same ring number on the disks of the other heights in the tree at each stem part (All wood).

Fig. 7 の枝下材部のもののこの関係では、樹冠材部のそれと同様にバラツキは大きい、両者の相関係数は 0.5436 で有意性 (1%水準) が認められ、樹冠材部に比べより緊密な関連性をもつことは明らかである。

さらに、樹冠、枝下の両材部を総合した全樹幹におけるこの関係を Fig. 8 に示したが、この関係においても 0.4903 で有意性 (1%水準) が認められた。したがって、胸高円板の繊維傾斜度を測定することにより、幹のなかのおおよその平均繊維傾斜度を推定し得ることを示している。

以上の結果から、樹幹内における繊維傾斜度の分布は、幹を樹冠材と枝下材とに材部区分することによって、かなり規則性をたかめてくることが明らかとなった。

前述のように、繊維傾斜度の樹幹内における分布は、樹心からの年輪数によって、かなりの変動を示すが、そのなかで指標としての代表値をきめるとすると、a) 各年輪の繊維傾斜度の算術平均値、b) 各年輪の繊維傾斜度を逐年べつての材積で重みづけた平均値、c) 繊維傾斜度の逐年べつ変化のなかで傾斜度の絶対値の最大値などが考えられる。Fig. 4-1~9 から明らかなように、各円板における繊維傾斜度の最



大値は、ほとんどの供試木において、樹心からの年輪数の少ない時期に現われることから、その実用的な意味に着目し、9本の全樹幹から採取した各地上高べつの円板について、繊維傾斜度の最大値と、その円板における逐年の繊維傾斜度との関係を求め Fig. 9 に示した。すなわち、各円板における繊維傾斜度の最大値をX軸に、逐年にあらわれた繊維傾斜度の出現数をY軸にとり、それぞれ最大値べつに区分し、各円板の最大値ごとに現われてくる逐年の繊維傾斜度の出現数を求めた。これによると、各最大値における逐年の繊維傾斜度の出現範囲はかなり大きい、そのモード域は最大値が大きくなるにしたがいほぼ比例的に大きくなる傾向が認められる。したがって、各円板に現われる繊維傾斜度の最大値と、その円板の逐年の繊維傾斜度とのあいだには、かなり関連性をもつものと考えられた。このため、全樹幹の地上高べつ

Fig. 10 各円板における繊維傾度の最大値と平均値との関係 (全樹幹)  
Relation between maximum slope of grain and average slope of grain on each disk (All wood).

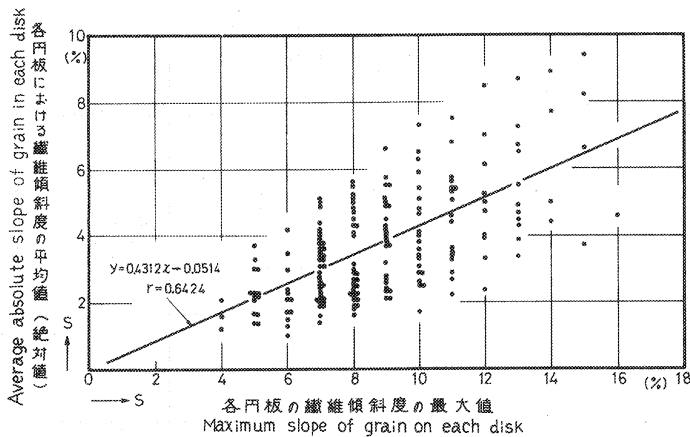
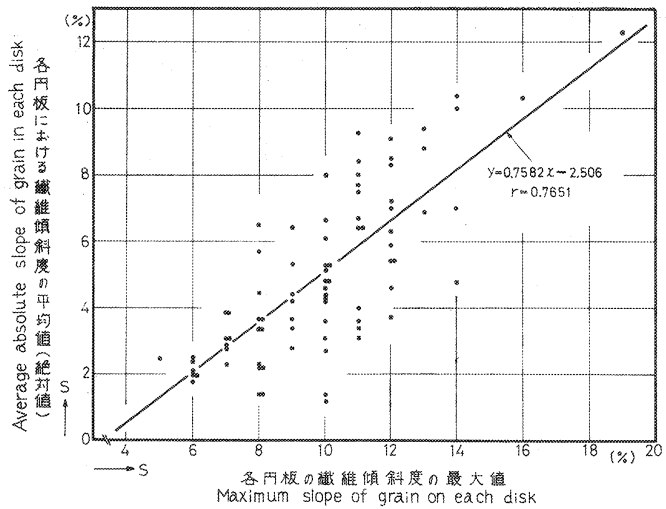
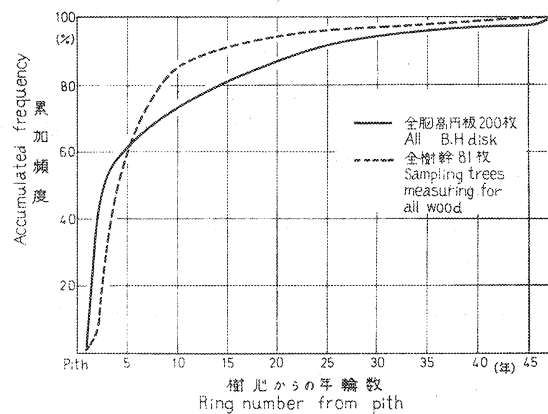


Fig. 11 各円板の繊維傾度の最大値と平均値との関係 (全胸高円板)  
Relation between maximum slope of grain and average slope of grain on each disk (All B. H. disks).

Fig. 12 繊維傾度の最大値が現われる樹心からの年輪数  
Ring number from pith appeared maximum slope of grain on each disk.



の円板について、それぞれ逐年の繊維傾度の平均値 (絶対値) を求め、同一円板に現われる最大値との関係を Fig. 10 に示した。これから、各円板における繊維傾度の最大値が大きくなるにしたがい、逐年

の繊維傾斜度の平均値（絶対値）も明らかに増加する傾向を示し、これらの相関係数は 0.7651 で、たかい有意性が認められた。

同様に、全胸高円板の 200 枚について、繊維傾斜度の最大値と、その円板における平均値（絶対値）との関係を Fig. 11 に示した。この図からも、最大値を等しくする円板にあらわれる繊維傾斜度の平均値は、かなりのバラツキを示しているが、全樹幹の地上高べつの場合と同様に、最大値が大きくなるにしたがい平均値も増加していくことは明らかで、両者の相関係数は、0.6424 を示し、かなりの有意性が認められた。

以上の結果から、供試円板における繊維傾斜度の最大値を見出すことにより、その円板全体のおおよその値が推定できるとともに、Fig. 8 の結果から、胸高円板における最大値を測定することによって、幹のなかの平均繊維傾斜度のおおよその値を推定しうるものと考えた。

上述のように、円板の最大値が指標的な意味をもつことから、全樹幹および全胸高円板の試料について、それぞれ繊維傾斜度の最大値が現われる樹心からの年輪数を調査し、その頻度を Fig. 12 に示した。これから、最大値の出現率は、全樹幹、全胸高円板、ともに樹心から 5 年輪までに 60%、10 年輪まで 75~85% を示しており、このことは、カラマツ材における主要な材質指標とみなされる繊維傾斜度の最大値が、早期の段階で検定し得ることを示している。

### 3-2. 繊維傾斜度の出現型とその頻度

全胸高円板について、繊維傾斜度の樹心から外周へ向けての逐年変化を観察し、これらの出現型を Fig.

13 に示すように 5 の Type に分類した。

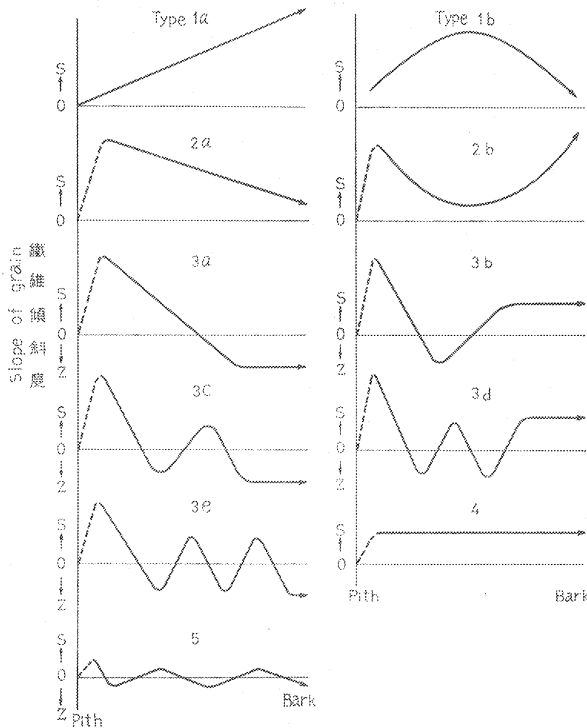


Fig. 13 繊維傾斜度の出現型  
Spirality patterns.

基本型 変化型

Type 1 a Type 1 b

Type 2 a Type 2 b

Type 3 a Type 3 b, 3 c,

Type 4 3 d, 3 e

Type 5

基本型 1 a : 樹心部は S 傾斜で、外側に向かって傾斜度が増加しているものの。

変化型 1 b : 樹心部は S 傾斜で、外側に向かって傾斜度がしだいに増加するが、最大値が現われた後、ふたたび減少するもの。

基本型 2 a : 樹心部に S 傾斜の最大値が現われ、外側に向かって 0 に近づくもの。

変化型 2 b : 樹心部に S 傾斜の最大値が現われるが、しだいに減少し外側でふたたび増加するもの。

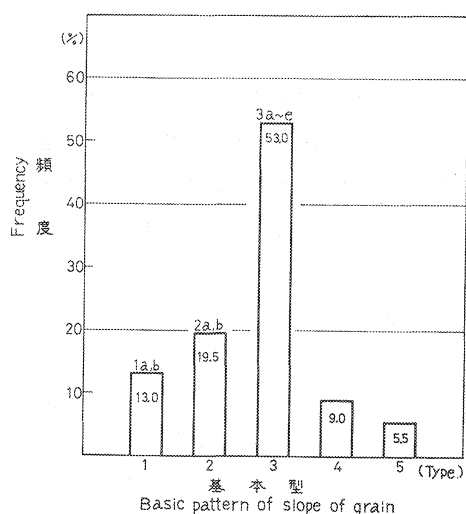


Fig. 14 繊維傾斜度の各基本型の出現頻度  
Frequency histogram on each basic pattern  
of slope of grain (All B. H. disks).

Table 5. 繊維傾斜の方向がSからZへ最初に移行する樹心からの年輪数とその距離  
Ring number and distance from pith first intercepting from S- to Z-grain.

| 傾斜の方向が<br>変化する回数<br>Number<br>changing<br>into Z- or<br>S-grain | 出 現 範 囲<br>Range of<br>frequency | 樹心からの<br>年 輪 数<br>Ring number<br>from pith<br>(年) | 樹心からの離<br>距<br>Distance<br>from pith<br>(cm) | 最大値(S)<br>Maximum<br>slope of<br>grain<br>(%) | 出 現 数<br>Number<br>of disk<br>(n) |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                                                               | 最 大 Min.<br>平 均 Av.<br>最 小 Max.  | 45~<br>25.3<br>~6                                 | 12.2~<br>7.6<br>~2.1                         | 13~<br>8.4<br>~5                              | 28                                |
| 2                                                               | 最 大 Min.<br>平 均 Av.<br>最 小 Max.  | 35~<br>10.0<br>~4                                 | 11.3~<br>4.0<br>~1.1                         | 27~<br>9.1<br>~6                              | 27                                |
| 3                                                               | 最 大 Min.<br>平 均 Av.<br>最 小 Max.  | 25~<br>8.9<br>~3                                  | 11.6~<br>3.9<br>~0.6                         | 12~<br>7.2<br>~4                              | 19                                |
| 4                                                               | 最 大 Min.<br>平 均 Av.<br>最 小 Max.  | 24~<br>11.2<br>~4                                 | 12.4~<br>4.7<br>~1.4                         | 11~<br>8.6<br>~5                              | 19                                |
| 5                                                               | 最 大 Min.<br>平 均 Av.<br>最 小 Max.  | 14~<br>8.5<br>~4                                  | 6.1~<br>3.2<br>~1.0                          | 14~<br>9.0<br>~5                              | 13                                |
| 合 計<br>Total                                                    | 最 大 Min.<br>平 均 Av.<br>最 小 Max.  | 45~<br>10.3<br>~3                                 | 12.4~<br>5.0<br>~0.6                         | 27~<br>8.6<br>~4                              | 106                               |

基本型 3 a : 樹心部はS傾斜であるが、樹齢の経過にともない傾斜の方向がZに変化するもの。

変化型 3 b : 樹心部はS傾斜であるが、樹齢の経過にともない傾斜の方向が2回変化するもの。

変化型 3 c : 樹心部はS傾斜であるが、傾斜の方向が3回変化するもの。

変化型 3 d : 樹心部はS傾斜であるが、傾斜の方向が4回変化するもの。

変化型 3 e : 樹心部はS傾斜であるが、傾斜の方向が5回変化するもの。

基本型 4 : 樹心部から外側まで、S傾斜の値がほぼ一定しているもの。

基本型 5 : 繊維傾斜度がほぼ通直（最大値5%以下、逐年の絶対値の平均値2.2%以下）とみなされるもの。

以上、5の基本型と6の変化型に区分したが、これらの基本型に集約してその出現率をFig. 14に示した。これによると、樹心部においてS傾斜に始まり、外側までS傾斜のみの範囲で変化するType 1, 2の基本型とその変化型およびType 4の出現率が全体の約40%、基本型Type 3aおよびその変化型のように、傾斜の方向が成長の過程でSからZに変化するものが全体の53%をしめ、最も出現率がたかい。また、Type 5として分類した繊維傾斜がほぼ通直とみなされるものは全体の5.5%の出現率を示した。

このうち、最も出現率のたかいType 3a～eの傾斜の方向が変化していた106枚の胸高円板について、最初にSからZへ移行する樹心からの年輪数、およびその距離を求めTable 5に示した。これから最初にS傾斜からZ傾斜へ移行する樹心からの年輪数は、繊維傾斜の方向が変化する回数によって、かなり差異が認められるが、平均10年、その距離は平均5 cmであった。

既報のカラマツ用材品質試験で行なった<sup>24)</sup>、心もち正角(10cm×10cm×330cm)における、繊維傾斜度とねじれ量との関係において、角材表面の繊維傾斜度が0%のものであっても、そのねじれ量が10%程度あらわれていた。このことは、角材表面における繊維傾斜度の影響より、むしろその内部に含まれている逐年の集積量に関係しているものと推察される。

また、これらの繊維傾斜の出現型べつに、繊維傾斜度の最大値の現われかたを調べFig. 15に示した。これによれば、Type べつの最大値の変動はかなり大きい、それらの平均値では、基本型のType 1が最も大きく、Type 5が最小で、次いでType 4がかなり小さい値を示し、基本型のType 3aおよびその変化型がこれらの中間的な値をとっている。

これらのなかで繊維傾斜度がほぼ通直とみなされるType 5の供試木について、幹の外形から他の供試

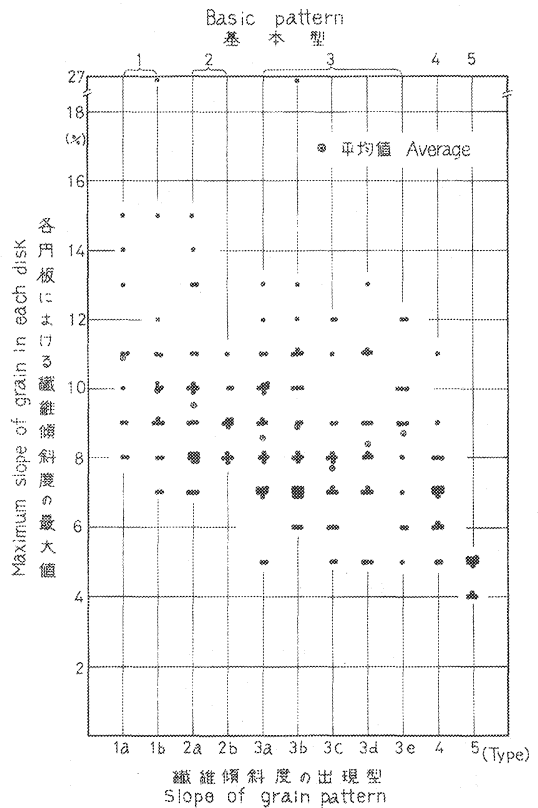


Fig. 15 繊維傾斜度の出現型べつ最大値  
(金胸高円板)

Maximum slope of grain on each disk  
on each pattern (All B. H. disks).

Table 6. ほぼ通直な繊維傾斜度を示す供試木  
(Type 5) の樹高べつの出現率

Frequency of tree giving almost straight  
grain (Type 5) with tree height

| 樹高範囲<br>Range of tree height<br>(m) | 調査木本数<br>Number of sample trees<br>(n) | Type 5の出現数<br>Number of Type 5<br>(n) | 同出現率<br>Frequency<br>(%) |
|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 18.1～20.0                           | 4                                      | 0                                     | 0                        |
| 20.1～22.0                           | 14                                     | 1                                     | 7.1                      |
| 22.1～24.0                           | 65                                     | 5                                     | 7.7                      |
| 24.1～26.0                           | 102                                    | 5                                     | 4.9                      |
| 26.1～28.0                           | 15                                     | 0                                     | 0                        |

Table 7. ほぼ通直な繊維傾斜度を示す供試木 (Type 5) の胸高直径べつの出現率  
Frequency of trees giving almost straight grain (Type 5) with diameter of breast height

| 胸高直径階<br>Class of<br>D. B. H.<br>(cm) | 調査木本数<br>Number of<br>sample<br>trees<br>(n) | Type 5 の<br>出現数<br>Number of<br>Type 5<br>(n) | 同 現 率<br>Frequency<br>(%) |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|
| 16.1~20.0                             | 6                                            | 0                                             | 0                         |
| 20.1~24.0                             | 18                                           | 2                                             | 11.1                      |
| 24.1~28.0                             | 64                                           | 3                                             | 4.7                       |
| 28.1~32.0                             | 82                                           | 6                                             | 7.3                       |
| 32.1~36.0                             | 26                                           | 0                                             | 0                         |
| 36.1~40.0                             | 4                                            | 0                                             | 0                         |

Table 9. ほぼ通直な繊維傾斜度を示す供試木 (Type 5) の完満度べつの出現率  
Frequency of trees giving almost straight grain (Type 5) with degree of full-body

| 完満度の範囲<br>Range of<br>degree of<br>full-body<br>H/D | 調査木本数<br>Number of<br>sample<br>trees<br>(n) | Type 5 の<br>出現数<br>Number of<br>Type 5<br>(n) | 同 現 率<br>Frequency<br>(%) |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|
| ~ 70                                                | 6                                            | 0                                             | 0                         |
| 71 ~ 90                                             | 143                                          | 8                                             | 5.6                       |
| 91 ~                                                | 51                                           | 3                                             | 5.9                       |

%で最も出現率がたかく、次いで 28.1~32.0cm までの範囲に 7.3% 出現し、20cm 以下または 32.1cm 以上の径級範囲のものには皆無であった。

枝下高べつのこの出現率を Table 8 に示した。これから、枝下高 14.1~18.0m の範囲にすべてが出現しており、そのうち 14.1~16.0m の範囲が 8.9% で最も高く、林分全体ではかなり枝下高の高い部分に出現していることが特徴的であった。

さらに、完満度べつのこの出現率を Table 9 に示した。これから、完満度では 71 以上にすべてが出現しており、とりわけ 91 以上に 5.9% の出現率を示していることにみられるように、完満度が比較的大きい範囲にのみ出現していることは明らかであった。

これらの結果、Type 5 のものの出現率は、幹の外形に関して必ずしも明りょうな特徴は認められなかったが、同齡林分において、とくに枝下高が低く、梢殺で、著しく直径成長の大きい林木においては、その出現は皆無であり、枝下高がやや高く、完満で、直径成長の中庸な林木にその出現が高いようで、一般的な意味での優良材の選抜の規準と大差はないものと思われる。

Table 8. ほぼ通直な繊維傾斜度を示す供試木 (Type 5) の枝下高べつの出現率  
Frequency of trees giving almost straight grain (Type 5) with clear length

| 枝下高の範囲<br>Range of<br>clear<br>length<br>(m) | 調査木本数<br>Number of<br>sample<br>trees<br>(n) | Type 5 の<br>出現数<br>Number of<br>Type 5<br>(n) | 同 現 率<br>Frequency<br>(%) |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|
| 10.1~12.0                                    | 4                                            | 0                                             | 0                         |
| 12.1~14.0                                    | 25                                           | 0                                             | 0                         |
| 14.1~16.0                                    | 79                                           | 7                                             | 8.9                       |
| 16.1~18.0                                    | 79                                           | 4                                             | 5.1                       |
| 18.1~20.0                                    | 13                                           | 0                                             | 0                         |

木と区別できるかどうかを検討した。

Type 5 の供試木について、その樹高べつの出現率を求め Table 6 に示した。これから、樹高 22.1~24.0m までの範囲における出現率が 7.7% を示し最もたかく、次いで 20.1~22.0m に 7.1% 現われており、林分内で樹高が最も高く、または最も低いグループのものには出現は認められない。

胸高直径べつのこの出現率を Table 7 に示した。これから、胸高直径級 20.1~32.0cm の範囲にすべてが出現し、そのうち 24.0cm までが 11.1

## 4. 摘 要

この報告は、カラマツ樹幹内における旋回木理、すなわち、製品の材面に現われる繊維傾斜度が、幹の地上高、材部へつに、あるいは成長条件などによって、どのような変遷を示すかを調査し、幹のなかの繊維傾斜度の実態を把握するとともに、全樹幹における繊維傾斜度の代表値を追求した。また、全胸高円板について、樹心から外側へ向かっての逐年の繊維傾斜度の変化から、その出現型を分類し、ほぼ直線的な繊維傾斜度をもつとみなされるものを抽出し、林分内において幹の外形との関係を求め、選抜の方法を検討しようとした。

調査地としては、長野営林局上田営林署管内、和田山園有林内 (49年生) に、面積約 0.38ha の標準地を設け (Table 1)、供試木 200 本を選定し伐採した。これらの供試木について、樹高、胸高直径、および枝下高などの外形的な調査を行なった後 (Table 2)、各供試木の 胸高部位から厚さ 10cm の円板を採取した。また、このうち 9 本については、通常の樹幹解析を行なう位置からそれぞれ同様な円板を採取して、繊維傾斜度の樹幹内の変遷を調査するための試料とした。

繊維傾斜度の測定法について検討を加えた結果、次の方法によることが最も適当であるとみなされた。

## 繊維傾斜度の測定法

生材状態の円板について、節、腐れなどの欠点のない部分から、髓を含み山へ谷の方向をえらび幹軸および接線方向の長さをそれぞれ 3 cm に木取った。この試料の外周中央部に基点を定め、これから幹軸にあわせて垂線をとリ、これと髓を結ぶ直線を両木口面にひき基準線とした。この一方の木口面から割裂し、他面にあらわれた割裂線について、逐年の晩材の終りの点から基準線までの距離を 1/10mm 精度のメジャリソリ・ワグ・ライアを用いて測定した (Fig. 1, 2, Table 3)。この値と幹軸方向の長さとの比を求め、パーセントで表示し、鋸断時の誤差を除外するため、髓から同一年輪番号の値を山、谷の両方にについて平均し、繊維傾斜度とした (Fig. 3, Table 4)。

調査結果の概要は次のとおりである。

## 繊維傾斜度の幹のなかの分布

1) 幹のなかの繊維傾斜度の分布は、樹冠材と枝下材とは明らかに異なり、前者では S 傾斜の出現頻度が約 95%、後者では S 傾斜の出現率が約 70% をしめ、かなり特徴的な差異が認められる (Fig. 5)。

2) 繊維傾斜度は、樹幹内でかなりの変動を示しているが、樹心部において必ず S 傾斜から始まると、分布の状態が各地上高においてかなり似かよっていること、また、最大値のほとんどが樹冠材部に現われている (Fig. 4-1~9) ことなどが認められた。

3) 胸高円板における逐年の繊維傾斜度と、地上高へつ円板のそれぞれ対応する樹齢の年輪の平均繊維傾斜度とのあいだには有意な相関が認められた (Fig. 6, 7, 8)。

4) 各供試円板における繊維傾斜度の最大値と、その円板の平均値 (絶対値) との関係では、全樹幹 (供試木 9 本)、全胸高円板 (供試木 200 本) のいずれの場合にも有意な相関が認められ (Fig. 10, 11)、繊維傾斜度の最大値が材質指標となりうることを示した。また、繊維傾斜度の最大値が現われる頻度は、樹心から 5 年輪までに 60%、10 年輪までに 75~85% の出現率を示した (Fig. 12)。

## 繊維傾斜度の出現型とその頻度

5) 全胸高円板について、繊維傾斜度の樹心から外側へ向かっての逐年の変化の態様を観察し、これら

の出現型を 5 つの基本型に分類し (Fig. 13), その出現頻度を求めた (Fig. 14)。これらのなかで、繊維傾斜度がほぼ通直とみなされる Type 5 の出現率は 5.5% であり、樹心部で S 傾斜を示し、樹齡の経過にともない傾斜の方向が変化する Type 3 が最も多く約 53% をしめ、終始 S 傾斜の範囲内で変動する Type 1, 2 および 4 が約 40% であった。

6) 出現型で最も多い Type 3 について、傾斜の方向が最初に S から Z へ移行する樹心からの年輪数は、平均 10 年でその距離は平均 5 cm であった (Table 5)。

7) 繊維傾斜度の最大値の出現型別の現われ方を平均値でみると、Type 1 が最も大きく、Type 5 が最小で、次いで Type 4 が比較的小さい値を示した (Fig. 15)。

8) 同齡林分において、繊維傾斜度がほぼ通直とみなされる Type 5 は、林木の外形に関して枝下高がやや高く、完満で、直径成長の中庸なものに出現率が高い傾向が認められた。

## 文 献

- 1) BRAZIER, J. D.: An assessment of the incidence and significance of spiral grain in young conifer trees. F. P. J., 8, 309~312, (1965)
- 2) 加納 孟・枝松信之・蕪木自輔・齊藤久夫: 製材用原木としてのスギ造林木の品質 (第 3 報), 保育形式の異なる造林木の品質, 林試研報, 185, 58~197, (1966)
- 3) 加納 孟・中川伸策・齊藤久夫・小田正一: カラマツの用材品質について 第 1 報, 用材品質におよぼす立木素材および角材の条件, 林試研報, 162, 1~44, (1964)
- 4) 加納 孟・中川伸策・齊藤久夫・小田正一・重松頼生: カラマツの用材品質について, 第 2 報, 用材品質におよぼす立地条件の影響, 林試研報, 182, 113~147, (1965)
- 5) 加納 孟・須藤彰司・中川伸策: アカマツ造林木の用材品質, 林試研報, 219, 18~42, (1969)
- 6) LOWERY, D. P.: A spiral grain classification system and its application. F. P. J., 16, 47~50, (1966)
- 7) NICHOLLS, J. W. P.: The relation of spiral grain to wood quality. Proceedings meeting of section 41, IUFRO., 1~21, (1963)
- 8) 大倉精二・鳥山清美: 樹木の回旋性について (第 2 報), アカマツの場合及び回旋繊維のねじれ角と年輪幅との関係, 信州大学農学部学術報告, 5, 33~38, (1956)

## Distribution of Spiral Grain within Stem and the Spirality Pattern on *Larix leptolepis* GORDON

Shinsaku NAKAGAWA<sup>(1)</sup>

### Summary

In this report, the distribution of spiral grain or slope of grain on the tangential-longitudinal surface of each annual ring was studied in relation to the difference among the heights in stem, crown-formed wood, and stem-formed wood on growth condition.

Received May 19, 1972

(1) Wood Technology Division

The representative value of the slope of grain within stem was investigated on nine sample trees, and the classification of the spirality patterns from the pith to the periphery on the disks at breast height was examined on two hundred sample trees.

The forest area selected for study is situated in a national forest at Wadayama, Nagano pref. The area of plot is 0.38 ha and the stand age is 49 years.

Other particulars about the plot are given in Table 1.

Two hundred trees were felled at the plot. The morphological characteristics of each tree such as tree height, diameter at breast height, clear length, and so on are given in Table 2. A disk for the variation of spiral grain was cut at the breast height of each tree, and the disks for the distribution of that within tree were cut at two meters from the breast height to the top on nine representative trees selected by the classes of the morphological characteristics from the two hundred trees.

Two measuring methods of slope of grain were compared, and the most suitable method for this study was as follows:

The specimens were cut along the mountain to vessel direction with the pith on the green disk part free from such defects as knots and decay, and the length of both tangential and axial direction was 3 cm.

The basic line was drawn through the pith to the point marked on the center of the periphery edge as shown in Fig. 1.

The specimen was split on one cross section through the basic line, and the distances from the basic line on the other at the end of every annual ring were measured by a measuring magnifier to 1/10 mm (Figs. 1, 2, Table 3).

The slope of grain of each ring was calculated as the average value of percentage the ratio of the distance to the length of the axial direction of the specimen, and the obtained value was the average of values at the same ring numbers from pith to the mountain and the vessel direction, for avoiding the error caused by the cutting line of the disk being not perpendicular to the stem axis.

The results of this study were as follows:

#### Distribution of slope of grain within stem

1) The frequency of S-grain in the crown-formed wood is more than that in the stem-formed wood in which the frequency of Z-grain is about 30% (Fig. 5).

2) The slope of grain within a tree varies, considerably, but it can be considered that the sample tree have S-grain around the pith; the spirality patterns from the pith to the periphery are almost alike between disks cut from different heights on a tree, and the maximum value of slope of grain in each spirality pattern exists almost on the crown-formed wood (Figs. 4-1~9).

3) There are significant correlation coefficients between the slope of grain at each ring number from pith on the breast height disk, and the average slope of grain at the same ring number on the disk of the other heights in the tree at each stem part (Figs. 6~8).

4) It is considered there are significant correlation coefficients between the maximum and the absolute average value of the slope of grain within and between trees at each sample disk (Figs. 10, 11), therefore, it is reasonable to suppose that the maximum value of the slope of grain may be the important indicator as concerns the spirality on each disk. The frequency

of maximum value of slope of grain was 60 and 75~85 percent at the age class from the pith to five and ten, respectively.

#### **The spirality patterns and the frequency distribution**

5) The spirality patterns that were observed at every annual ring from the pith to the periphery on all the breast-height disks were classified into five originals and six derivatives (Fig. 13). The frequency distribution by the spirality pattern is shown in Figure 14. According to this figure, it is observed that 5.5 per cent of sample trees shows almost straight grain (Type 5) ; about 53 per cent shows the pattern gradually changing from S-grain around the pith to Z-grain (Type 3 *a~e*), and about 40 per cent shows the pattern varying in the range of S-grain (Type 1 *a, b* ; 2 *a, b* ; 4).

6) On type 3 the tree age and distance from pith first intercepting from S- to Z-grain are about 10 years and nearly 5 centimeters, respectively (Type 5).

7) The average value of the maximum slope of grain on type 1 increasing continuously from the pith to the periphery shows the largest value among the spirality patterns, and contrary to this, that on type 5 having almost straight grain shows the smallest value ; type 4 having constant grain from the pith to the periphery shows a comparatively smaller value.

8) It is assumed that the trees of type 5 have a tendency to be situated mostly on the morphological characteristics such as higher clear length, larger full-body and the medium diameter growth among the trees from the even-aged stand.