

天然カラマツと造林カラマツの材質的差異について (第1報)

カラマツ材の縦収縮

名 取 潤  
渡 辺 利 一

The Difference in Wood Quality between Natural Larch and Planted Larch, (I)

Logitudinal shrinkage of larch (*Larix leptolepis* Gordon)

Jun NATORI

Riichi WATANABE

Abstract

This paper showed longitudinal shrinkage of natural larch and planted larch from green condition to air-dried condition.

- (1) The shrinkage of planted trees was larger than that of natural trees. And in comparison between same aged planted trees, the trees which grewed better, showed larger shrinkage than that of others.
- (2) On radial direction, planted trees showed very large shrinkage near the pith, on the contrary natural trees showed rather swelling near the pith.
- (3) As to the Shrinkage of planted trees in longitudinal direction, the butt logs' shrinkage was about five times as large as that of others. But this characteristic was not seen in natural trees.

要旨： 天然カラマツと造林カラマツの生材から気乾状態までの縦収縮率について調べ次のような結果を得た。

- (1) 造林木は、天然木に比べて収縮率が大きい。また同一樹令の造林木間では、生長の良好なもののほど収縮率が大きい。
- (2) 半径方向の収縮率についてみると、造林木の、樹心部は著しい収縮を示すが、天然木では膨張傾向を示す。
- (3) 縦軸方向の収縮率についてみると、造林木の根際材が他の部位に比べて、約5倍の著しい収縮を示すが、天然木では、この特徴が見られない。

まえがき

天然カラマツ材が造林カラマツ材に比べて材質的に優れていることは、従来指摘されているところであるが、両者を比較検討した報告は比較的少ない。筆者らは、富士山系の天然カラマツと造林カラマツの材質を調べ、保育上、利用上の参考資料を得るため両者の比較試験を実施している。

今回県内に自生する天然カラマツと、同一地域の造林カラマツについて、ねじれ、狂い、割れなどに関連の深い縦収縮について、樹幹内の位置、並びに気乾状態までの含水率をパラメーターとして調べ若干の知見を得たので報告する。

なお本報告の一部は、第27回日本林学会関東支部大会において発表した。

## 試験方法

### I 供試木の概要

本県に分布する代表的な天然カラマツ林分としては、川上一東山梨系と、富士山系がある<sup>1)</sup>。

今回は、天然カラマツ供試木として、富士山系の最も生長のよい典型的林分<sup>1)</sup>と考えられる、富士山船津口3合目、県有林22林班む小班（標高 1,900m）の標準木1本を選定し、造林供試木として、同じ富士山の県有林20林班（標高 1,180m）の径級の異なる3本を選定し、試験に用いた。第1表に供試木の概要を示す。

### II 供試片の採取

供試木は伐倒後、根口より、1.2 m、その後は、2 m 間隔に玉切り、各玉より第1図に示すような樹心を含む山側、谷側方向の厚さ 5 cm、長さ104cm（一番玉のみ 64cm）の板を木取り、外側より木理に平行に 2 cm 間隔に墨付を行い、各々両端部と中央に、虫ピンを打ちつけ、虫ピン間の距離を測定後、墨付にそって鋸断し、鋸断後再度長さの測定を行った。鋸断前の供試材は、乾燥による変形を防ぐために板の状態水中に貯蔵した。

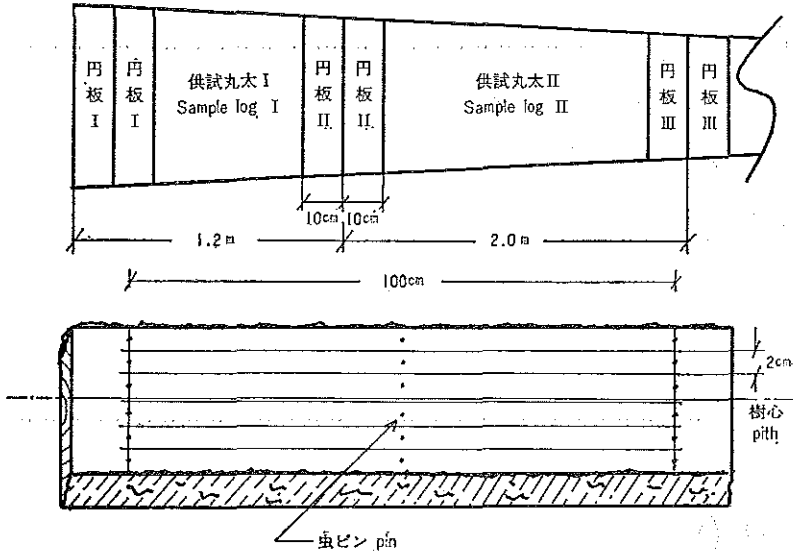
第1表 供試木の概要

Table. 1 Sample trees.

供試木 No. Sample tree No.	樹高 Height (m)	胸高直径 Breast height diameter (cm)	平均年輪巾 Average annu- alring width (mm)	樹令 tree age (年)	備考 Remarks
造林木 1 Planted tree No. 1	20.10	34	3.3	52	造林木 3 には、 芯腐れが発生し ていた。  Trunk rot was seen in the planted tree No. 3
造林木 2 Planted tree No. 2	19.00	26	2.5	52	
造林木 3 Planted tree No. 3	16.20	18	1.7	52	
天然木 Natural tree	23.85	32	1.2	131	

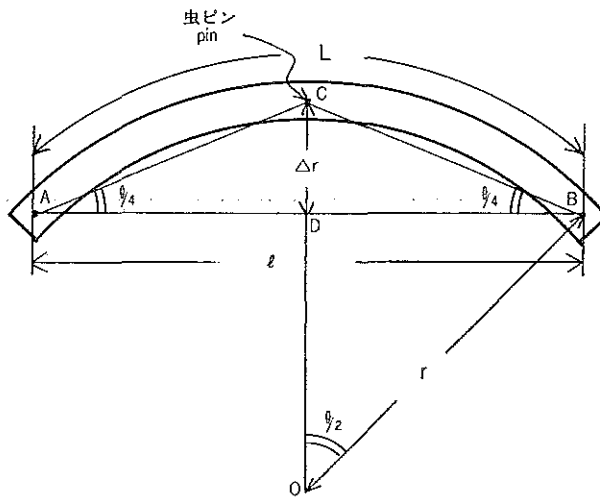
III 縦収縮量の測定及び収縮率の算出

鋸断後の試片は乾燥するにつれて円弧状に変形するので、変形の少ないうちは、近似的に円弧とみなすことができる。第2図において虫ピン間の距離である弦の長さ( $l$ )、中央部の矢高( $\Delta r$ )を測定するこ



第1図 丸木の玉切り、供試材の木取法

Fig.1 Sawing method of sample log and sample board.



第2図 供試片の測定法

Fig.2 The method of measuring the sawed strips of sample boards.

とにより、変形が少ない時は次のように弧の長さ(L)を近似的に概算することができる。

即ち、△ODBは直角三角形であるから

$$\begin{aligned} \overline{OD}^2 + \overline{DB}^2 &= \overline{OB}^2 \\ \therefore (r - \Delta r)^2 + \frac{l^2}{4} &= r^2 \\ \therefore r &= \left( \Delta r^2 + \frac{l^2}{4} \right) \cdot \frac{1}{2\Delta r} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

また、∠CAB=∠CBAで、∠CABと、∠COBは、同一弧上の円周角、中心角の関係にあるので

$$\begin{aligned} \angle CBA = \angle CAB &= \frac{1}{2} \angle COB \\ \therefore \angle CBA &= \frac{\theta}{4} \end{aligned}$$

また  $\frac{\theta}{4}$  が小さく、 $\frac{\theta}{4}$  に比べて  $l$  が非常に大きいときは、

$$\begin{aligned} \frac{\theta}{4} &\doteq \tan \frac{\theta}{4} = \Delta r \cdot \frac{2}{l} \\ \therefore \theta &\doteq \frac{8\Delta r}{l} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

さて、 $L=r \cdot \theta$ であるから、(1)、(2)より

$$\begin{aligned} L &= r \cdot \theta \doteq \left( \Delta r^2 + \frac{l^2}{4} \right) \cdot \frac{1}{2\Delta r} \cdot \frac{8\Delta r}{l} \\ \therefore L &\doteq \frac{4}{l} \left( \Delta r^2 + \frac{l^2}{4} \right) \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

長さ  $l$  の測定は、乾燥竹の膨張収縮は非常に小さいと考えられるので<sup>2)</sup>、竹製の特製スケールに基準点を設定し、その基準点と虫ピン間の距離を1/10mmの精度のスケール・ルーペで測定して求めた。また中央部の矢高  $\Delta r$  は、両端部の虫ピン間にテングスを張り、中央部の虫ピンとテングスの間の矢高をスケール・ルーペで測定して求めた。 $l$  および  $\Delta r$  より、(3)式を用いて、弧の長さ  $L$  を求めた。収縮率は、次式により算出した。

$$\delta = \frac{L' - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

- $L_0$  : 変形前の弧の長さ
- $L'$  : 変形後の弧の長さ
- $\delta$  : 収縮率 (%)

測定は、供試片に分割する前の板の時、製材直後、含水率が繊維飽和点以下にさがったと考えられる約1ヶ月後、および気乾状態と見なされる約6ヶ月後の3回行った。

#### IV 含水率の測定

資料の一部について、JIS-Z-2102 に準じて全乾重量法により、収縮率測定時の含水率を求め、全試片の含水率を推定した。

## 実験結果および考察

### I 半径方向の部位と収縮性

#### 1. 生長応力に起因する残留応力による変形

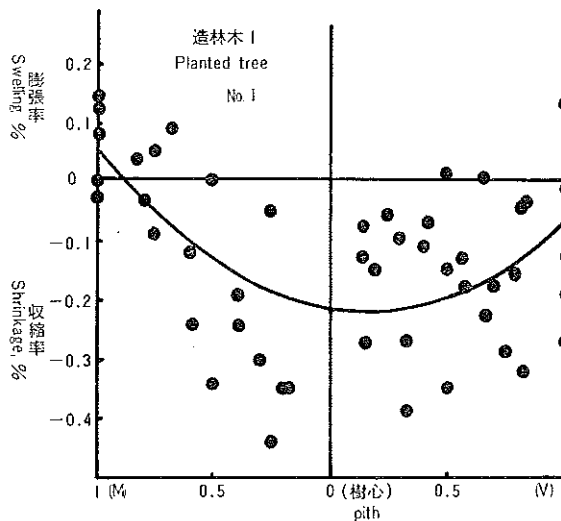
一般に、樹木の肥大生長によって起る生長応力のうち、軸方向の応力についてみると、外側部に引張応力が、樹心部に圧縮応力が発生するといわれている<sup>3)</sup>。本試験では、伐倒後半月程度経過し、しかも水中貯蔵しておいた影響もあって、不規則な応力分布を示し、一定の傾向を示さなかった。参考のために、生材時の含水率を求めてみると、造林木の場合、最外側の辺材部で107%、最外側試片以外の部分については、ほぼ一定で、54%前後であった。天然木の場合も同様な傾向を示し外側部で82%、内部は44%前後であった。

#### 2. 乾燥による気乾状態までの変形

生材より気乾状態までの半径方向の収縮率を第3図から第6図に示した。

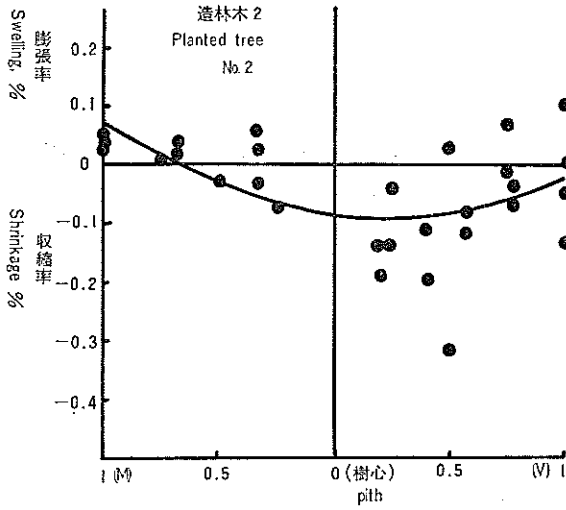
図中横軸は、山側(M)、谷側(V)別の最外側を1とした場合の相対距離を表し、縦軸に収縮率(%)を、膨張を正、収縮を負符号で示した。放物線は、参考のために回帰曲線のあてはめを行ったものである。

収縮率を見ると、造林木では生長が良好で平均年輪巾の大きい供試木ほど、収縮率およびそのバラツキが大きく(標準偏差 0.14)生長量の小さい小径木になるにつれて漸次小さくなっている(標準偏差 0.10、0.036)。天然木は、標準偏差 0.051 でバラツキ及び収縮率とも小さかった。



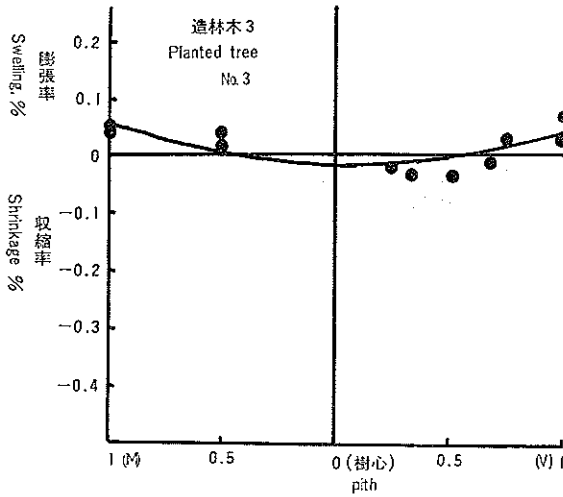
第3図 乾燥による気乾までの収縮率

Fig. 3 The shrinkage from green wood condition to air-dried condition (M.C. 8.7%) (Standard deviation 0.14)



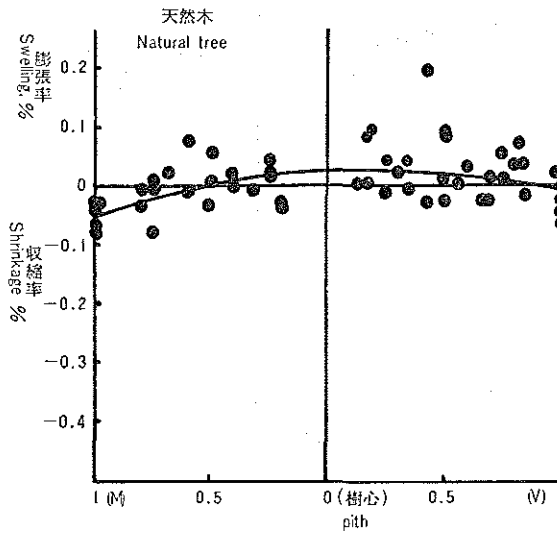
第4図 乾燥による気乾までの収縮率

Fig. 4 The shrinkage from green wood condition to air-dried condition (M.C. 8.7%) (Standard deviation 0.102,)



第5図 乾燥による気乾までの収縮率

Fig. 5 The shrinkage from green wood condition to air-dried condition (M.C. 8.7%) (Standard deviation 0.036)



第6図 乾燥による気乾までの収縮率

Fig. 6 The shrinkage from green wood condition to air-dried condition (M.C. 11.7%) (Standard deviation 0.051)

また造林木の場合、樹心部が収縮傾向にある反面、外側部は、膨張傾向を示す。これに対して、天然木については、外側部分が収縮傾向を示し、樹心部が膨張傾向を示している。

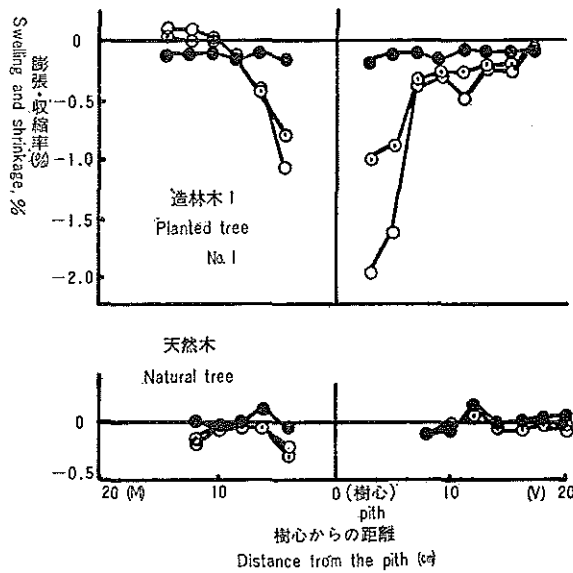
一般に、木材の乾燥過程での膨張については報告される<sup>4)</sup>ところであるが、天然木と造林木で逆の傾向を示したことは、注目すべきであろう。

平衡含水率について見ると、天然カラマツと造林カラマツの間に若干の差がみられた。前者が11.7%に対して、後者は、8.7%と低い。これは、樹脂分の影響などによるものと思われる。なお図中、地上高1.2mの供試丸太 (Sample log I)は、他の供試丸太と著しく異った収縮特性を示したので、図上にはのせず、別項でとりあげた。

## II 縦軸方向の部位と収縮性

### 1. 根際材の収縮特性

根際材 (地上高1.2m以下の材を仮称する。)の材質については、2~3番玉に比べて、そり量が大きく、ねじれ量が小さいと報告されている<sup>5)</sup>。第7図から第8図に、根際材の半径方向の収縮率の変化を示した。横軸に、樹心からの距離、縦軸に収縮率を示す。含水率は、収縮率測定時の試片の平均含水率である。



第7図 根際材の収縮率

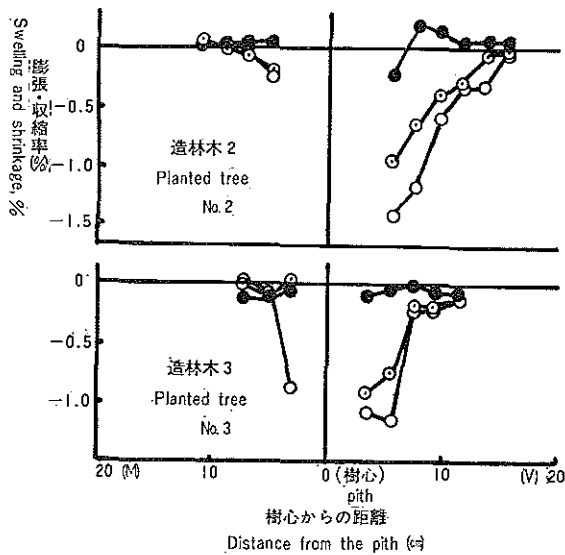
Fig. 7 The shrinkage of butt log

M. C. : Planted tree,

● 62.2%    ⊙ 15.6%    ○ 8.7%

Natural tree,

● 40.6%    ⊙ 16.8%    ○ 11.8%



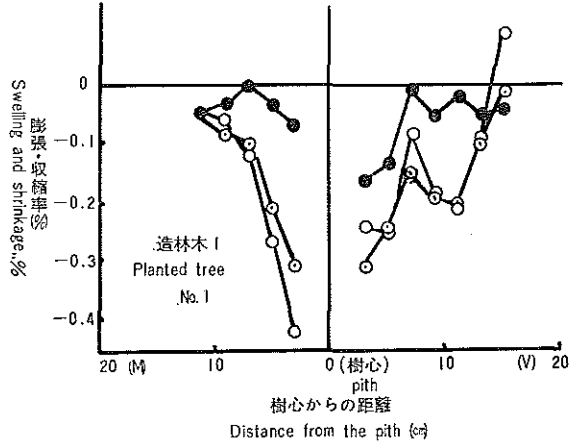
第8図 根際材の収縮率

Fig. 8 The shrinkage of butt log

M. C. : ● 62.2%    ⊙ 15.6%    ○ 8.7%



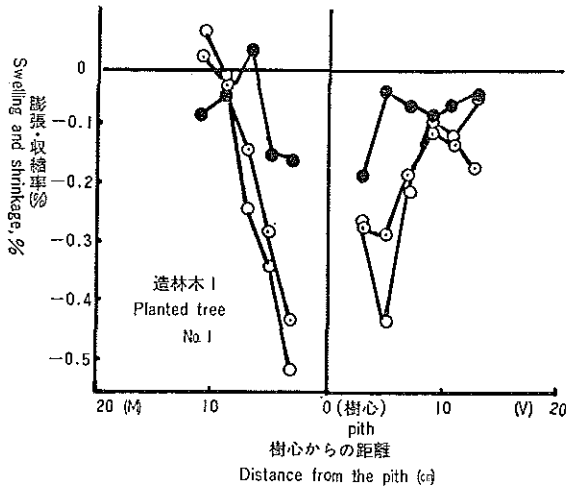
造林木根際材樹心部の収縮率は非常に大きく、2～5番玉のものの約5倍である(第9図～第13図を参照)。これに対して、天然木は、根際材でもほとんど収縮、膨張をおこしておらず、安定している。



第9図 供試丸太No.3(地上高4.2m)の収縮率

Fig.9 The shrinkage of sample log No.3  
(Height : 4.2m)

M. C. ●62.2% ◐15.6% ○8.7%

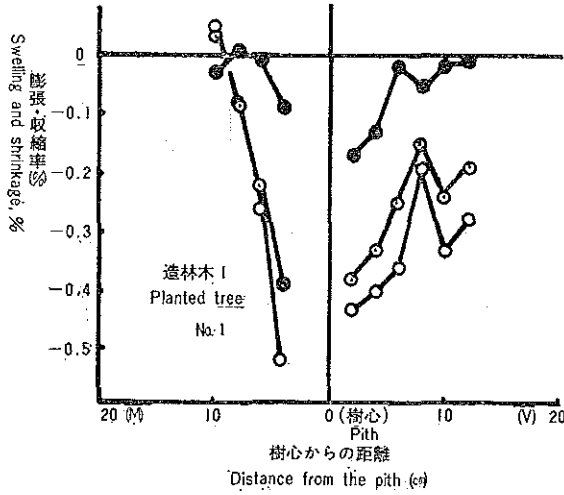


第10図 供試丸太No.4(地上高6.2m)の収縮率

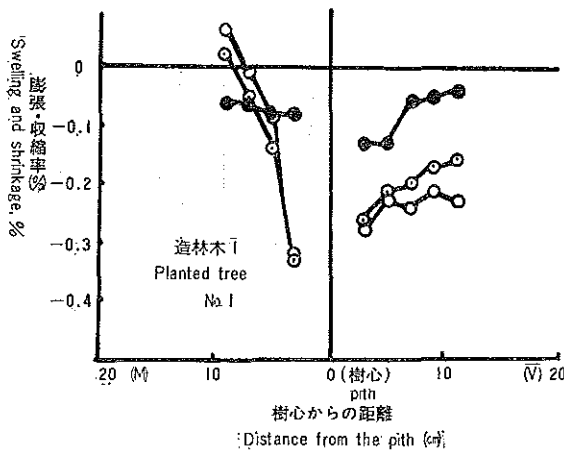
Fig.10 The shrinkage of sample log No.4  
(Height : 6.2m)

M. C. ●62.2% ◐15.6% ○8.7%

この収縮率の差異については、天然カラマツと造林カラマツの幼令時の生育環境の違い、樹脂分含有量の多少が影響をおよぼす<sup>6)</sup>等考えられるが不明である。



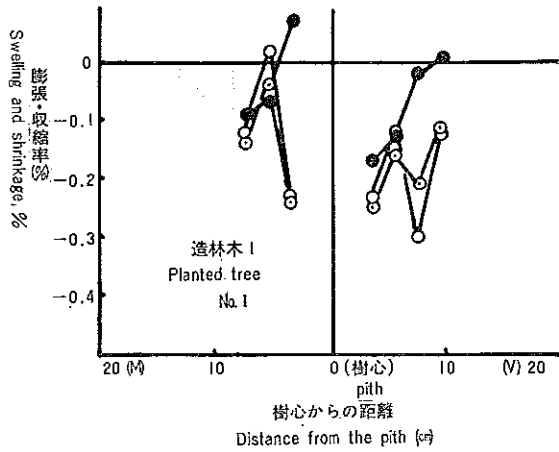
第11図 供試丸太No.5(地上高8.2m)の収縮率  
 Fig. 11 The shrinkage of sample log No. 5  
 (Height : 8.2m)  
 M. C. ●62.2% ◐15.6% ○8.7%



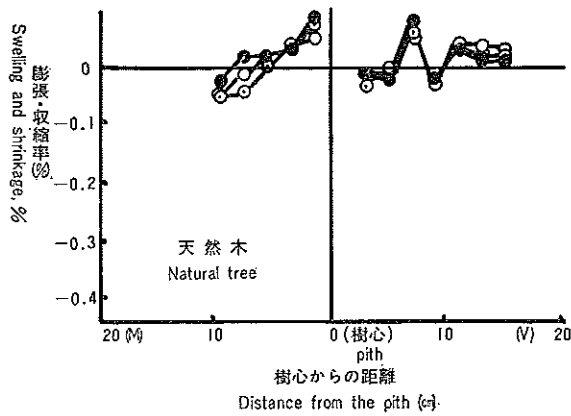
第12図 供試丸太No.6(地上高10.2m)の収縮率  
 Fig. 12 The shrinkage of sample log No. 6  
 (Height : 10.2m) M. C.  
 ●62.2% ◐15.6% ○8.7%.

2. 軸方向の収縮特性

第9図から第19図に、造林木1と天然木の樹高別の収縮率の変化を示した。

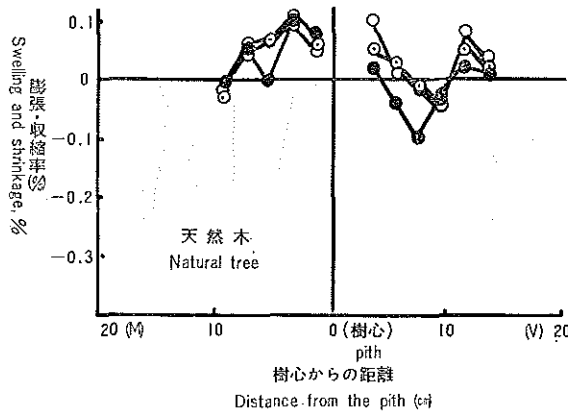


第13図 供試丸太No.7(地上高12.2m)の収縮率  
**Fig. 13** The shrinkage of sample log No. 7  
 (Hight : 12.2m)  
 (M. C. ●62.2% ◐15.6% ○8.7%)



第14図 供試丸太No.3(地上高4.2m)の収縮率  
**Fig. 14** The shrinkage of sample log No. 3  
 (Hight : 4.2m)  
 M. C. ●40.6% ◐16.8% ○11.8%.

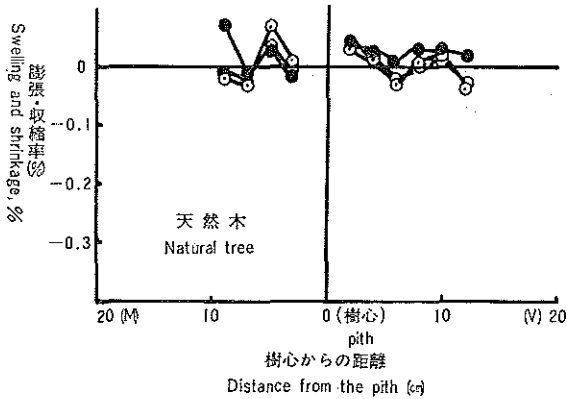
樹高方向の収縮は、根際材をのぞいてほぼ同程度の収縮率を示す。造林木の場合、収縮傾向は、外側に比べて、樹心部の収縮率は大きい傾向を示すが、樹梢部になるにつれ、枝節の影響を受けてか、不



第15図 供試丸太No.4(地上高6.2m)の収縮率

Fig. 15 The shrinkage of sample log No. 4 (Height : 6.2m)

M. C. ●40.6% ◐16.8% ○11.8%

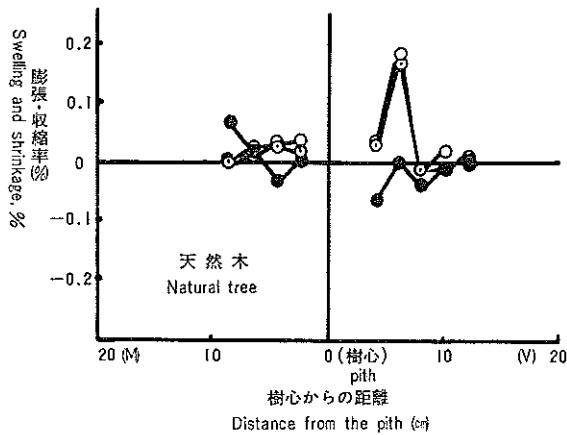


第16図 供試丸太No.5(地上高8.2m)の収縮率

Fig. 16 The shrinkage of sample log No. 5 (Height : 8.2m)

M. C. ●40.6% ◐16.8% ○11.8%

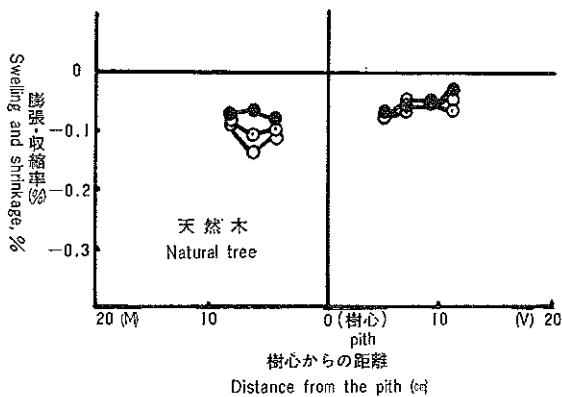
規則の収縮を示すようになる。第9図から第11図の造林木1の谷側部のように、樹幹内の局所的な収縮特性が樹幹内の樹軸方向に継続して現れる傾向が見られた。天然木の場合、樹軸方向の顕著な変化は見られなかった。



第17図 供試丸太No.6(地上高10.2m)の収縮率

Fig. 17 The shrinkage of sample log No. 6 (Height : 10.2m)

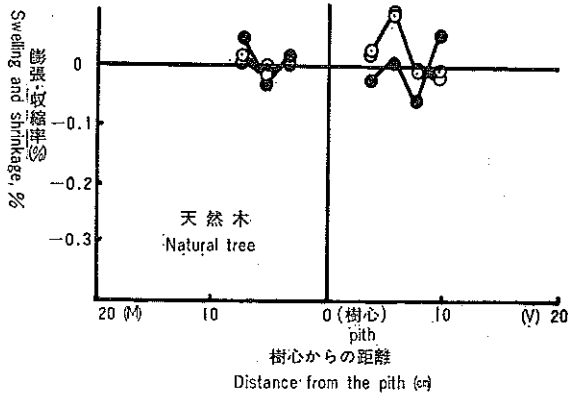
M. C. ●40.6% ⊙16.8% ○11.8%



第18図 供試丸太No.7(地上高12.2m)の収縮率

Fig. 18 The shrinkage of sample log No. 7 (Height : 12.2m)

M. C. ●40.6% ⊙16.8% ○11.8%



第19図 供試丸太No. 8(地上高14.2m)の収縮率  
 Fig. 19 The shrinkage of sample log No. 8  
 Height : 14.2m)  
 M. C. ●40.6% ○11.8%

引用・参考文献

- 1) 古越隆信：カラマツの天然林とプラス木の選抜. 山梨県林業試験場報告第11号. 1962
- 2) 木材工業ハンドブック 1958
- 3) 渡辺治人：生長論——生きていた木材——, 1974
- 4) Leif D. Espenas ; Longitudinal Shrinkage of Western Redcedar, Western Hemlock, and TrueFir. F. P. J. 1974
- 5) 加納孟他：カラマツの用材品質について. 林試報告第162号. 1964
- 6) 久保隆文他：カラマツ材の縦収縮性について. 日本木材学会大会講演集第20回. 1970
- 7) 信州大農学部林学教室編：カラマツ林業. 1962