

論文

多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究(Ⅲ)

鳥取大学蒜山演習林のヒノキ人工林における地際部の
異常肥大生長とトックリ病の発生について

橋 詰 隼 人*

小林 徹**

**Studies on Artificial Regeneration of Hinoki
(*Chamaecyparis obtusa* ENDL.)
in Heavy Snowfall Region (III)**

**Abnormal Growth at the Base of the Stem and the Occurrence
of Tokkuri Disease in the Hinoki Plantations
of Tottori University Forests**

Hayato HASHIZUME*

Tooru KOBAYASHI**

Summary

Abnormal growth at the base of the stem and the occurrence of Tokkuri disease were investigated in the man-made Hinoki forest (19~32 years old) in the Hiruzen forest of Tottori University. The investigated stands are situated at an elevation of 600~700m in black soil consisting of volcanic ashes. The results of the investigation are summarized as follows :

Trees with abnormal stem base growth were found mostly at the lower part of slope and near the swamp, while trees with Tokkuri disease were found on a loose slope near the swanp. The occurrence ratio of Tokkuri disease was from 40 to 60 % in the stands of the lower part of slope and near the swamp.

The trees with Tokkuri disease surpassed normal trees in diameter growth and volume increment. The average ratio of thickening of the basal stem was 29~35 %

* 鳥取大学農学部 農林総合科学科 森林生産学講座

Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

** 鳥取県立智頭農林高等学校

Chizu Agriculture and Forestry High School

本研究は昭和61年度文部省科学研究費補助金 (No.61560169) による研究である。

in normal trees and 38~46% in Tokkuri disease trees. The annual ring width in trees with Tokkuri disease reached 8~12 mm in the period of high growth. The symptoms of Tokkuri disease first occurred at about ten years of age and continued for 5~10 years. The time of occurrence of the symptoms varied according to individual trees.

The height of contraction in trees with Tokkuri disease was 0.8~1.2m above the ground on average. There were two main types according to the form of the basal stem in the trees with Tokkuri disease.

In general, the diameter growth of the basal stem in healthy trees growing on the slope was greater on the lower side of the stem than on the upper side, but in some trees with Tokkuri disease there was greater growth on the upper side than on the lower side. In some trees with Tokkuri disease, eccentric growth and meandering of the pith were discovered at the base of the stem.

I 緒 言

鳥取大学蒜山演習林のヒノキ人工林において最近地際部の異常肥大が目立つようになった。谷・沢筋の緩斜地では、トックリ病症状の立木がかなり多くみられるが、トックリ病とは異なる地際部の異常肥大もあるように思われる⁵⁾。ヒノキのトックリ病は火山灰土壌、埴質で透水性の悪い土壌、湿潤肥沃な土壌などで発生するといわれているが、^{2~4,11)}枝打ちなど手入れの悪い林分でも発生するという^{8,11)}。鳥取大学蒜山演習林は黒色火山灰土壌で、ヒノキの生育はあまり良くなく、保育も十分に行われておらず、多雪地帯で積雪量も多い。地際部の異常肥大生長が環境条件によるものか、保育の不十分によるものか明らかでないので、今回異常肥大木の出現と立地条件との関係、異常肥大木の生長状況などについて調査した。

II 調査地と調査方法

1. 調査林分の概況

調査林分は鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）及び付近の民有林のヒノキ人工林である。鳥大蒜山演習林のヒノキ林は標高600~700mで、方位は南~南東斜面及び西~南西斜面である。斜面角度は5~30°で、平坦地、緩斜地、急斜地、谷・沢筋及び尾根筋が含まれている。土壌は黒色火山灰土壌で、Bl_D(d)~Bl_D型である。林齢は19~32年生で、昭和29~42年に植栽されたものである。植栽本数は3,000本/haである。保育は除伐と枝打ちが行われているが、間伐はまだ実施されていない。現在の立木密度は2,500本/ha前後である。民有林のヒノキ林は林齢75年生で標高500m、北東斜面の緩斜地で、土壌は黒色火山灰土壌 Bl_D~Bl_E型で

ある。現在の立木本数は1,100本/ha程度である。

2. 調査方法

トックリ症状あるいは、地際部の異常肥大のみられる林分を選定し、谷・沢筋～斜面下部、斜面中腹及び斜面上部～尾根筋の3か所にプロットを設け、プロット内の全立木を調査した。1プロット内の調査本数は、20～30本である。調査方法は、樹高、枝下高、胸高直径 ($D_{1.2}$) 及び幹脚直径 ($D_{0.3}$) を測定し、トックリ病木については、症状の程度、罹病部高などを測定した。次にトックリ病木と正常木を合計9本伐倒し、地上2 mまで0.2mおきに、更に地上9 mまで1 mおきに円板を採取して肥大生長の解析を行った。幹脚部の肥大生長の程度は、宮島¹⁰⁾の膨大率 $\{(D_{0.3} - D_{1.2}) \div D_{1.2} \times 100\}$ (%) を採用して測定した。またトックリ病木について1年ごとに肥大指数を計算して肥大状況を判定した。肥大指数は次の式によって求めた。

$$\text{トックリ病木の肥大指数} = id_{max} \times (id_{max} \times id_n)$$

ただし、 id_{max} は i 年における最大肥大部の1年間の直径生長量 (mm)。 id_n は i 年における立ち直り部の1年間の直径生長量 (mm) である。

正常木の肥大指数は、地上0.2mと1.2m位置の連年生長量を求め、 $id_{0.2} \times (id_{0.2} - id_{1.2})$ で計算した。

伐倒木は通常の方法により樹幹解析を行ったが、更に地上0～2mの樹幹下部について山谷方向別に直径生長を測定し、総生長谷山比及び偏心率を求めた。総生長谷山比は谷側半径を山側半径で除して求めた。この値が1よりも大きければ谷側が山側よりも肥大生長が盛んであり、1よりも小さければ山側の肥大生長が谷側よりも盛んであることを示している。偏心率は、山谷方向について幹の中心から髓心までの距離 (l) を測定し、これを幹の半径 ($D/2$) で除して求めた。すなわち、偏心率 $E = l / (D/2)$ で計算し、山側への偏心を (+)、谷側への偏心を (-) とした。この値が0よりも大きいと髓心は幹の中心から外側に移動していることとなる。偏心率の最大値は1.0である。

III 結 果

1. トックリ病木及び幹脚部肥大木の出現状況

調査結果を表1に示した。鳥大蒜山演習林の調査林分は平均樹高8～11m、平均胸高直径13～20cm、平均枝下高1.9～4.8m、平均幹脚部膨大率21～46%であった。なおここでは幹脚部膨大率が30%以上のものを異常肥大木とし、幹脚部が明らかにトックリ状を呈したものをトックリ病木と判定した。

幹脚部異常肥大木及びトックリ病木の出現率は林分、斜面位置及び傾斜角によって差があり、また保育状態 (枝下高) とも関係があるようであった。林分別にみると、異常肥大木は

表1 鳥大蒜山演習林及び民有林におけるヒノキの生長とトックリ病などの発生状況

調査 林分	林 齢	調査 位置	傾 斜 (°)	平均 樹高 (m)	平均 枝下高 (cm)	平均 胸高直径 (cm)	平均 幹脚直径 (cm)	平均 幹脚部 膨大率 (%)	幹脚* 異常肥大 木出現率 (%)	トックリ 病 木 出現率 (%)
2 林班	32	斜面下部	23	10.9	3.3	18.5	27.1	45.8	90	16
		斜面上部	30	8.9	2.8	14.7	20.9	39.9	83	3
6 林班	19	沢 筋	5	8.8	2.3	15.9	23.1	39.4	83	40
		尾根筋	5	9.4	1.9	12.7	16.0	20.9	10	3
7 林班	23	沢 筋	5	10.9	4.8	19.6	25.9	27.1	30	23
		平坦地	3	8.9	2.5	17.6	22.3	33.4	60	33
		斜面上部	10~20	9.1	2.6	16.3	24.2	33.8	56	10
8 林班	23	沢 筋	5	11.1	4.1	20.3	28.3	36.2	66	46
		斜面中腹	30	8.3	3.1	12.6	17.6	35.6	17	0
		尾根筋	3	8.1	2.9	13.3	17.8	30.7	50	0
12 林班	25	斜面下部	10~20	11.1	2.6	20.1	28.5	41.5	86	63
		斜面中腹	30	9.1	2.9	14.7	20.0	43.0	95	20
民有林	75	斜面下部	20	24.0	15.0	28.6	35.7	24.8	10	3

※幹脚部膨大率30%以上のもの

第2林班と第12林班に多く、その出現率は80%以上であった。斜面位置、傾斜角との関係については、沢筋～斜面下部で出現率が高く、斜面上部～尾根筋で低かった。しかし、第2林班、第12林班では斜面中腹～上部でも急斜地で出現率が高かった。

トックリ病木は、沢筋及び斜面下部の緩斜地で多くみられ、斜面中腹、斜面上部及び尾根筋では少なかった。第6林班、第8林班及び第12林班の沢筋～斜面下部では40～60%の高い出現率を示した。第2林班では、幹脚部異常肥大木が多く、トックリ病木が少なかった。この林班は急斜地で根元曲がりが大きく、雪圧の影響によって地際部が異常肥大したものと思われる。また第7林班の沢筋では、幹脚部異常肥大木及びトックリ病木が少なかったが、この林分は枝打ちが2回行われており、平均枝下高は4.8mで他の林分よりも高かった。トックリ病の発生は枝打ちの遅れた林分に多いといわれており、枝打ちなど保育管理が出現率の低いことに関係があるものと思われる。

次に鳥大蒜山演習林近くの75年生の民有林を調査したところ、幹脚部異常肥大木の出現率は10%、トックリ病木の出現率は3%で、異常肥大木はほとんど認められなかった。幹脚部の異常肥大と林齢との関係がはっきりしないが、この林分はha当たり立木本数1,100本でかなりこみ合っており、樹高、枝下高とも高い。林齢が高くなるに従って形状比が高くなり、幹脚部の異常肥大は徐々に回復してくるのではないと思われる。

2. 胸高直径と幹脚部直径との関係及び幹脚部膨大率

各調査における胸高直径と幹脚部直径との関係を図1～4に示した。トックリ病の目安と

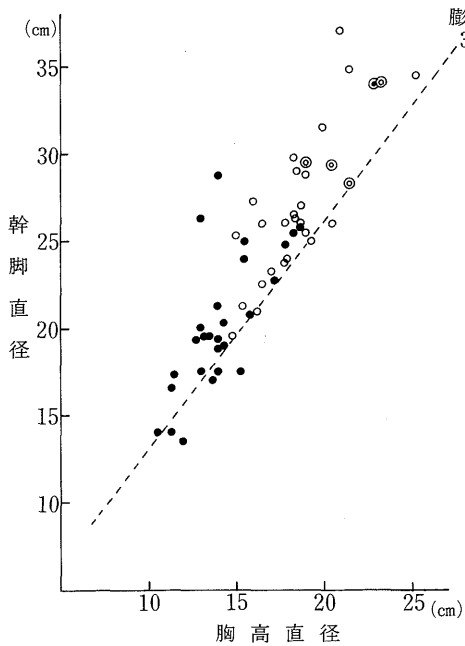


図1 胸高直径と幹脚直径との関係
(第2林班急斜地, 32年生林分)

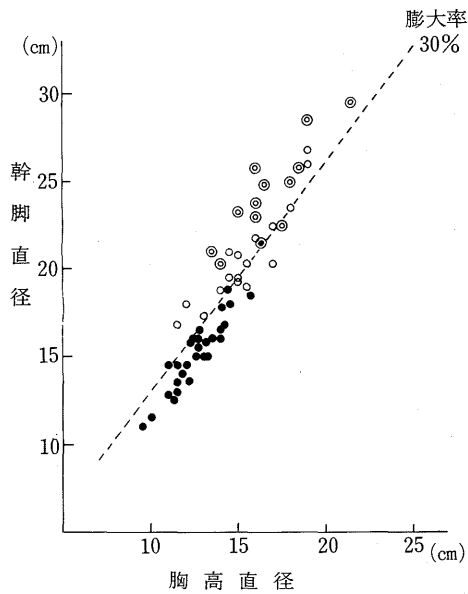


図2 胸高直径と幹脚直径との関係
(第6林班緩斜地, 19年生林分)

(注) ○斜面下部, ●斜面上部, ◎●トックリ病木

して幹脚部膨大率30%の線を入れてみると、第2林班では、斜面上部、下部ともにほとんどの木が膨大率30%の線より上であるが、外観上トックリ病の形態をした木は少なかった。この林分は急斜地で根元曲がり激しく、地際部の異常肥大の原因は大部分が根元曲がりによるものと思われる。第6林班では、沢筋の生長の良い木はほとんどがトックリ病で、膨大率30%以上の木が多かった。しかし、尾根筋の木は沢筋に比べて生長不良で、膨大率30%以下であった。第7林班では、斜面下部よりも上部で膨大率30%以上の木が多かったが、これは斜面上部が緩斜地で生長が比較的良好なためである。また斜面下部の木は枝打ちが行われて枝下高が4.8mと高く、そのために幹脚部の膨大率が低く抑えられたものと思われる。しかし、斜面下部では外見上トックリ状をしたもので膨大率30%以下のものが多くみられたが、これはトックリ症状が地上0.3mよりも高い位置に現われたために胸高直径と幹脚部直径(地上0.3m)との差が小さくなり、計算上トックリ病木の膨大率が小さくなったことによるもので

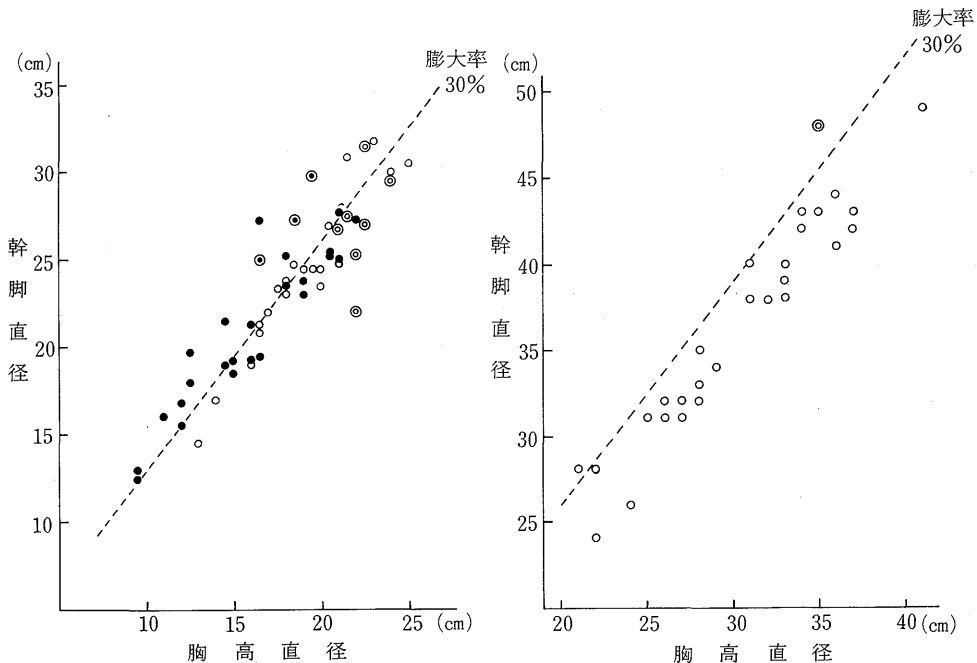


図3 胸高直径と幹脚直径との関係

(第7林班緩斜地, 23年生林分)

図4 胸高直径と幹脚直径との関係

(民有林の約75年生林分,
斜面下部の緩斜地)

ある。付近の75年生の民育林ではほとんどの木が膨大率30%以下で幹脚部の肥大はみられなかった。

次に各林班における幹脚部膨大率の分布を図5に示した。第2林班と第6林班では斜面上部～尾根筋よりも沢筋～斜面下部で膨大率が高く、特に第6林班では両者がよく分離した。第7林班では斜面位置による差ははっきり出なかった。第8林班では斜面下部で膨大率のバラツキが大きかった。

3. トックリ病木の生長とトックリ症状の出現時期

トックリ病は一般に生長の良好な立木に多いといわれているので、トックリ病の被害率の高い林分で正常木とトックリ病木の生長及び幹脚形を比較した(表2)。トックリ病木は正常木に比べて樹高は大差ないが、胸高直径が大きく、正常木との間に1.3~2.8cmの差がみられた。従来いわれているように生長の良い木にトックリ病木が多いといえる。幹脚部の平均膨大率は正常木が29~35%であったが、トックリ病木は28~48%であった。

次にトックリ病木について罹病部の肥大生長を測定した(図6~7)。地上0.8m位置で正常

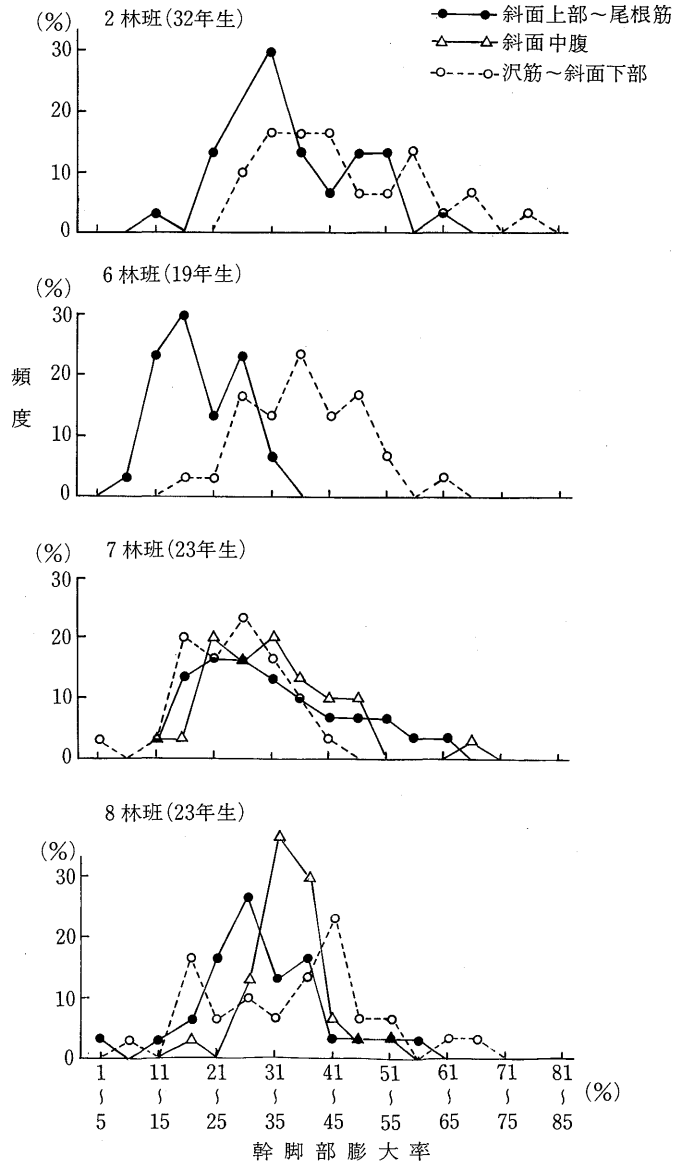


図5 幹脚部膨大率の頻度分布

表2 正常木とトックリ病木の生長及び幹脚形の比較

調査林分 と位置	トックリ 病木 出現率 (%)	平均樹高 (m)		平均胸高直径 (cm)		平均幹脚部 膨大率(%)		トックリ病の 罹病部の高さ 平均(範囲) (cm)
		正常木	被害木	正常木	被害木	正常木	被害木	
6 林班 沢筋	40	8.8	8.8	15.3	16.8	34.8	46.2	80(55~120)
7 林班 平坦地	33	8.9	8.9	17.0	18.8	28.9	40.9	97(70~120)
8 林班 斜面下部	46	10.6	10.9	19.7	21.0	34.5	38.0	121(55~200)
12 林班 斜面下部	63	10.8	11.2	18.9	21.7	34.9	45.3	88(60~120)

木とトックリ病木の肥大生長を比較してみると、正常木は年輪幅が2~5mmで変動しているのに対し、トックリ病木は10年生頃から年輪幅が著しく広くなり、最盛期には8~12mmに達した。トックリ病木の肥大生長の経過は個体によって著しく異なり、T₃号木は12年生頃から年輪幅が増加し、22年生時には12mmを示している。これに対し、T₄号木は9年生から19年生の間に年輪幅が増加し、その後生長が衰えて、24年生時には年輪幅が2.5mmに減少している。

地上高別に肥大生長の経過をみると、正常木では地上0.6~12.5mの範囲では年輪幅に大きな差はなく、規則的に変動している。しかし、トックリ病木では地上高によって肥大生長に乱れがみられる。例えばT₃号木では17年生時以降に、T₄号木では9年生時以降に年輪幅に乱れが生じ、不規則な生長をしている。

正常木とトックリ病木の材積生長の経過は図8のとおりで、トックリ病木は10~20年生頃から材積生長量が急激に増加している。しかし、正常木とあまり差のないものもある。

次にトックリ症状が何年生頃から現われどのような経過をたどるか明らかではないので、毎年の直径生長量から幹脚部の肥大指数を求めて検討した(図9)。正常木ではC₁号、C₂号とも肥大指数は50以下で推移しており、著しい変動はみられなかった。トックリ病木では、T₁

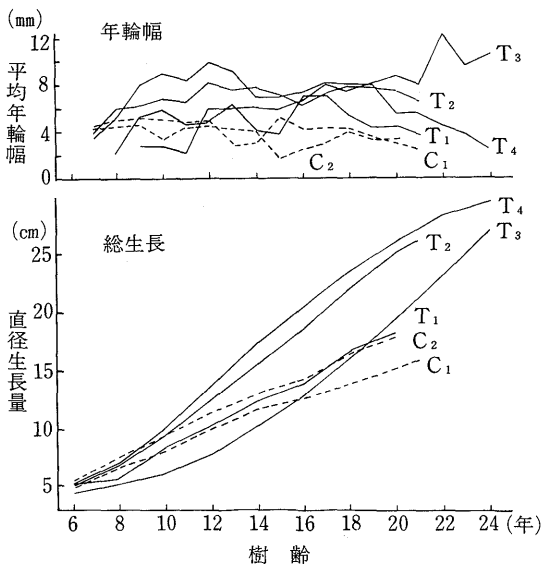


図6 正常木とトックリ病木の直径生長の経過(地上0.8m位置)
(注) C : 正常木 T : トックリ病木

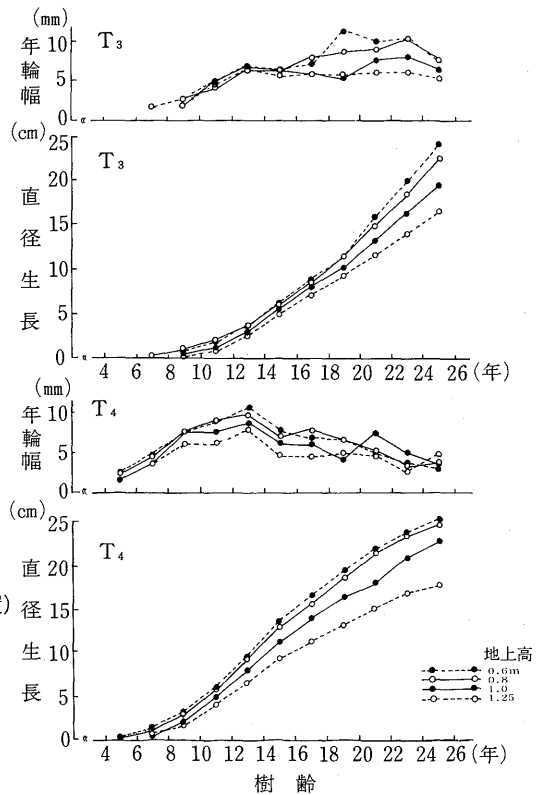


図7 トックリ病木における地上高別直径生長の経過

号は12年生時に肥大指数が50を越え、14年生時には185を示した。しかし、16年生以降は50以下となり正常になった。T₂号とT₄号は9年生から20年生時にかけて肥大指数が増加した。T₃号は17年生から25年生の間に著しく肥大指数が増加し、20年生時に276に達した。肥大指数からみるとトックリ症状の現われる時期は個体によって著しく異なり、早いものは10年生頃からは、遅いものは15年生頃から症状がみられる。諫本⁹⁾は肥大係数 $id_{0.2} \times (id_{0.2} - id_{1.2})$ が80を越えていれば異常肥大とみてよいとしている。トックリ病木における幹脚部の異常肥大現象は、肥大指数からみると長期間続かず、10年位で正常に復帰している。これは生長にともなう個体間の競合あるいは枝打ちによる樹冠量の減少などによって光合成産物の幹脚部への配分が減少したためと思われる。

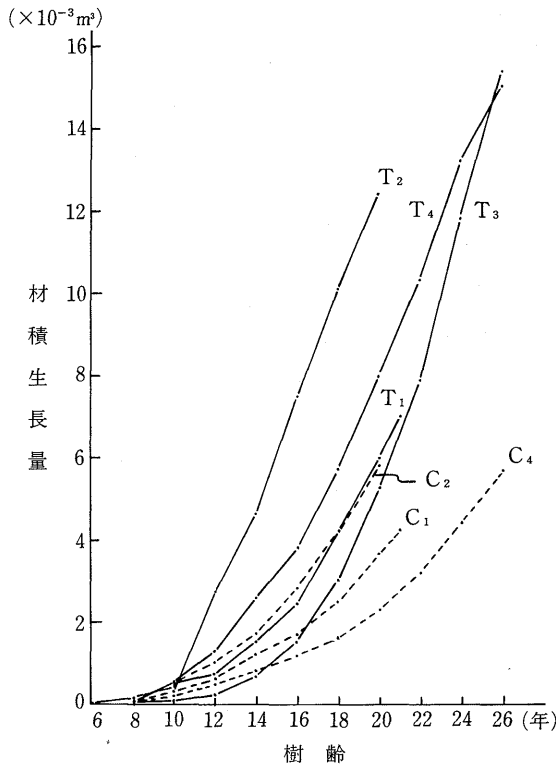


図8 正常木とトックリ病木の材積生長の経過
(注) C：正常木 T：トックリ病木

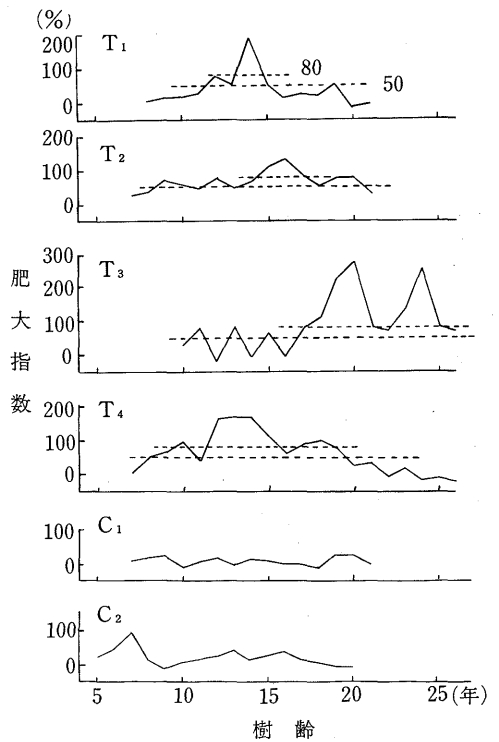


図9 トックリ病木と正常木における肥大指数の経年変化

4. トックリ症状の出現位置とトックリ病木における肥大生長の垂直配分

トックリ状に異常肥大した部分の高さは個体によって差があり、地際部のみ異常肥大したもの、地際部から地上2m近くまで異常肥大したものなどがあつた。しかし、地上0mから0.8~1.2mの高さまでトックリ状に肥大したものが最も多かつた(図10)。異常肥大部分の長さは割合長く、材の利用上憂慮すべき問題である。

トックリ病木を樹幹解析してみると(図11)、T₁号、T₂号では幹脚部の異常肥大は地際部(地上0m)が最も大きく、順次上方に向つて異常肥大が減少しているが、T₃号、T₄号では地上0.4~0.8mの部分に異常肥大の最大部がある。すなわち、トックリ状を呈するものにも、地際部が最も大きく肥大するものと、地上0.4~0.8mの部分で最も大きく肥大するものの二つのタイプが認められた。

次にトックリ病木と正常木の幹材積を1~8年、9~12年、13~16年、17~20年の4期に分け、更に樹高1m毎に区切って幹材積の垂直配分をみた(図12)。トックリ病木においては幹脚部(地上0~1m)の幹材積が異常に多く、垂直配分図はこの部分が突出している。正常木における緩やかな円錐状の配分に比べて明らかに異常配分になっている。幹脚部の材積の配分率はトックリ病木、正常木とも樹齢の進行に伴つて減少するが、トックリ病木は正常木に比べて減少が緩やかである(表3)。正常木と比較すると、T₁号、T₂号、T₄号は13~16年生時に、T₃号は17~20年生時に地上0~1m部分の幹材積配分率が特に高い。前述の肥大指数の経年変化の結果と一致する。20年生時における幹脚部の材積配分率は正常木の32%に対し、トックリ病木は38~48%である(表3)。諫本⁷⁾らによると、ヒノキのトックリ病は幹材積の垂直配分図からみると樹齢10年生頃から異常肥大の徴候が顕著になるという。

5. 幹脚部の偏心生長

多雪地帯の林木は雪圧の影響を受けて根元曲がりする。それによつて幹の肥大生長は山側と谷側とで差が生じ、偏心生長することになる。偏心材は髓心が中心にないので、製材したとき狂いを生ずることが多く、多雪地帯のヒノキ材は少雪地帯のヒノキ材に比べて材質が劣るといわれている。

樹幹下部の地上0~2mの部分について山谷方向別に幹の中心を真中にして樹幹解析図を描くと、図13のようである。トックリ病木の幹脚部の肥大生長の仕方は前述の通り個体によつて著しく異なるが、山谷方向別にみると、T₂号は地上2mまで谷側よりも山側の方が肥大生長が盛んである。T₃号は地上0.4mまで谷側の肥大生長が山側よりも盛んであるが、地上0.6mから上の部分は逆に山側の生長が盛んになっている。C₃号は根元曲がりした幹脚肥大木であるが、地上0.8mまで山側の肥大生長が著しく旺盛である。正常木では、地際部(地上0m)は一般に谷側の肥大生長が山側よりも旺盛であるが、地上0.2mから上の部分は谷側、

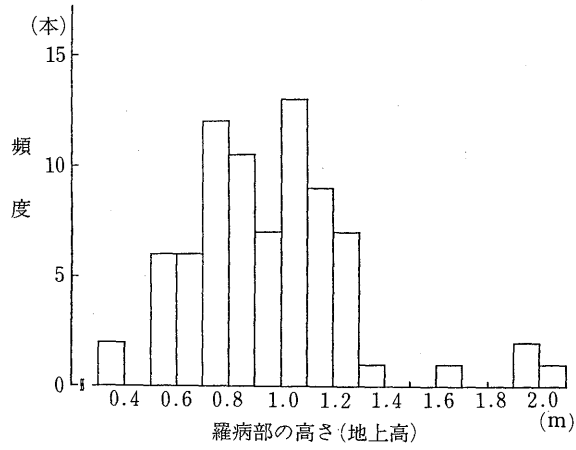


図10 トックリ病症状出現高の頻度分布

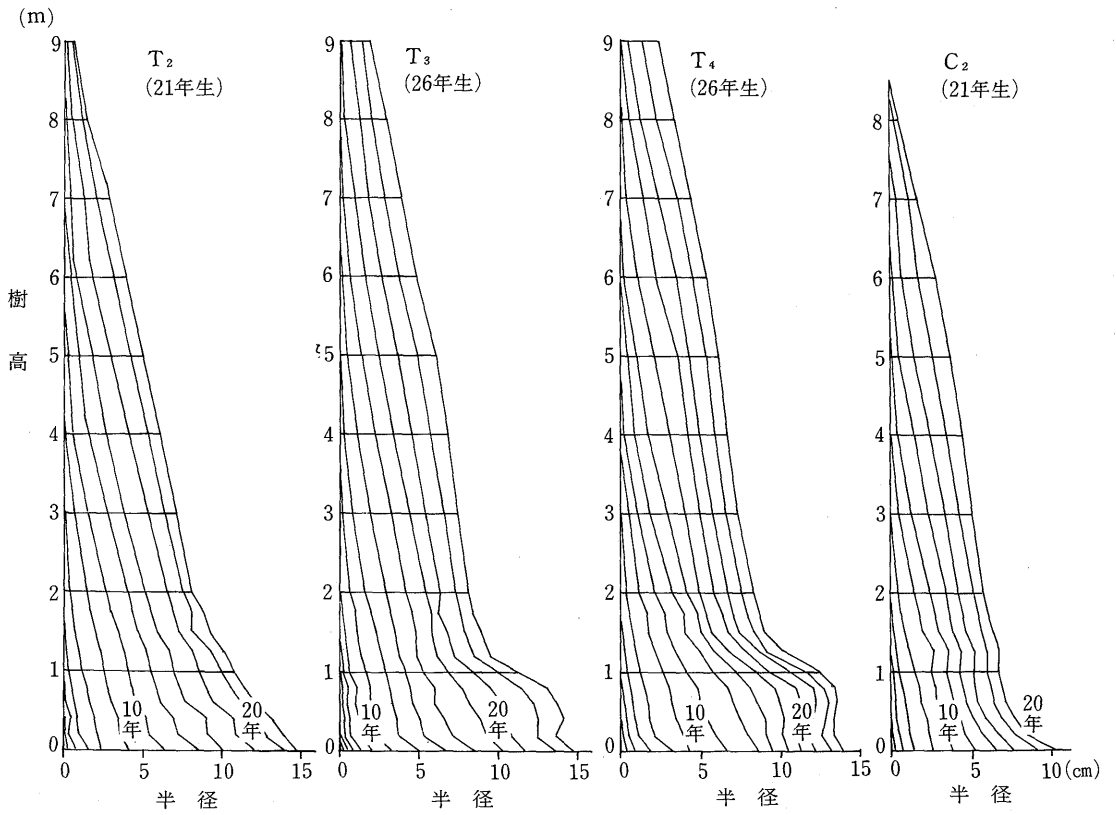


図11 樹幹解析図

(注) 2年間隔で描く。T: トックリ病木, C: 正常木

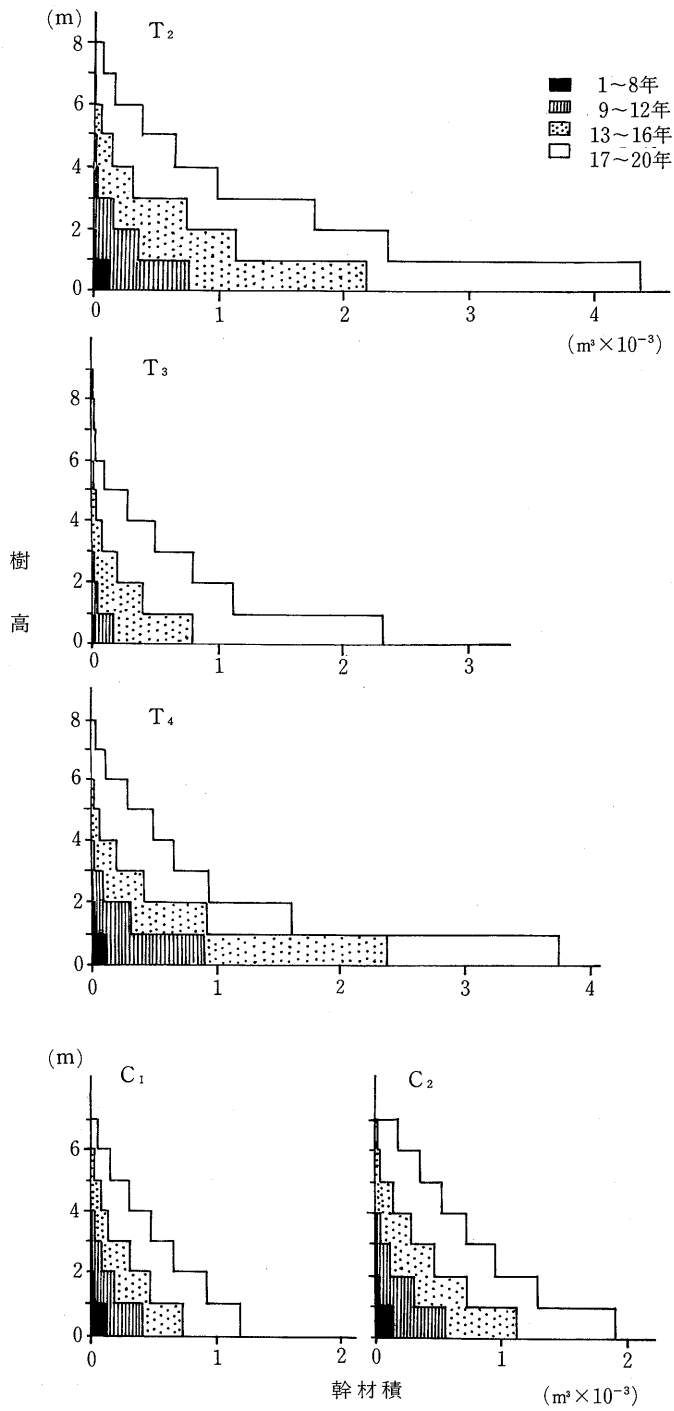


図12 トックリ病木と正常木の幹材積垂直配分図

表 3 樹齢の推移ともなう幹材積配分率の変化

調査木	年次	地上高別総生長配分率 (%)								年次	定期生長 配分率(%) 地上0~1m
		0~1m	1~2m	2~3m	3~4m	4~5m	5~6m	6~7m	7~8m		
トックリ病木 T ₁	1~8	85.4	14.6	—	—	—	—	—	—	1~8	85.4
	1~12	59.1	29.1	11.7	—	—	—	—	—	9~12	56.6
	1~16	47.1	25.0	18.4	7.2	2.2	—	—	—	13~16	42.2
	1~20	37.5	21.1	18.3	11.2	7.2	3.4	1.3	—	17~20	31.2
トックリ病木 T ₂	1~8	86.3	13.7	—	—	—	—	—	—	1~8	86.3
	1~12	57.9	27.5	12.5	1.9	0.2	—	—	—	9~12	55.1
	1~16	47.9	24.8	16.2	6.5	3.2	1.2	0.1	—	13~16	43.8
	1~20	40.7	21.9	16.4	9.2	6.1	3.6	1.6	0.6	17~20	35.3
トックリ病木 T ₃	1~8	100.0	—	—	—	—	—	—	—	1~8	100.0
	1~12	79.5	17.2	0.5	—	—	—	—	—	9~12	77.8
	1~16	50.8	25.0	12.8	5.3	3.6	2.6	—	—	13~16	46.3
	1~20	44.4	21.2	15.3	9.6	5.3	2.7	1.1	0.3	17~20	41.7
トックリ病木 T ₄	1~8	85.7	12.9	1.4	—	—	—	—	—	1~8	85.7
	1~12	66.6	23.2	7.1	1.5	—	—	—	—	9~12	66.0
	1~16	62.3	24.2	10.8	5.0	1.7	0.5	—	—	13~16	59.2
	1~20	47.7	20.4	11.7	8.5	3.7	3.7	1.4	0.5	17~20	34.3
正常木 C ₁	1~8	85.5	14.5	—	—	—	—	—	—	1~8	85.5
	1~12	59.6	27.4	10.6	2.4	—	—	—	—	9~12	54.1
	1~16	42.1	27.1	17.2	8.9	3.7	0.9	—	—	13~16	31.8
	1~20	32.1	24.7	17.6	12.8	7.8	3.6	1.3	—	17~20	23.7
正常木 C ₂	1~8	83.4	16.6	—	—	—	—	—	—	1~8	83.4
	1~12	54.8	30.1	12.2	2.8	—	—	—	—	9~12	49.0
	1~16	40.9	25.8	16.9	10.0	4.6	1.4	—	—	13~16	32.8
	1~20	32.6	21.8	16.0	12.1	8.8	5.7	2.9	—	17~20	25.3

山側ともほぼ均等に生長するもの、山側が谷側よりも生長の良いもの、逆に谷側が山側よりも生長の良いものなどがあつた。特に急斜地では谷側の生長が著しく(C₄号)、地際部が楕円形に生長したものもみられた。

髓心を中心にして谷側半径と山側半径との比率(総生長谷山比)を計算した(図14)。T₂号は地上2 mまで谷山比は1.0以下で、谷側よりも山側の肥大生長が旺盛である。T₃号は地上0~0.4では谷山比は1.0よりも大きい、地上0.6mで逆転し、1.0以下になっている。T₄号とC₁号は谷山比の変動が小さく、山側、谷側ともほぼ均等に生長している。C₄号では地上2 mまで谷山比が1.0以上で、谷側の生長が旺盛である。

偏心生長すると幹の中心から山側あるいは谷側へ髓心がずれることになる。幹の中心から髓心までの距離を幹の半径で除して、20年生の時の偏心率を求めた(図15)。T₁号、T₃号は、地上0.4~0.6mまで山側に偏心しているが、地上0.6~0.8mで逆転し、谷側に偏心している。またT₂号とC₁号は地上2 mまで谷側に偏心しているが、C₄号は地上2 mまで山側に偏心している。髓心は必ずしも幹の中心になく、また個体によって蛇行している。このような不規則な幹脚部の肥大生長は材の狂いなど材質の劣化をもたらすものと思われる。

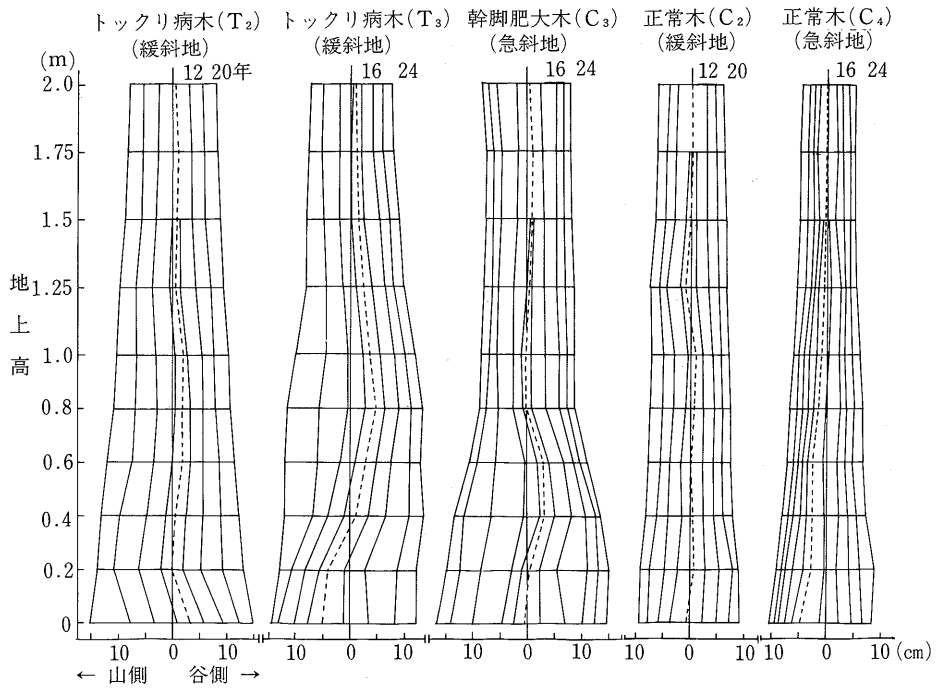


図13 トックリ病木と正常木の山谷方向別肥大生長の状況

(注) 4年間で描く、点線は髓心を示す。

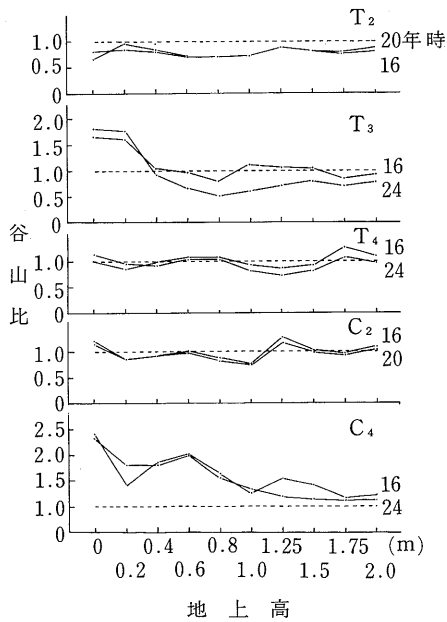


図14 幹脚部における総生長谷山比の垂直変動

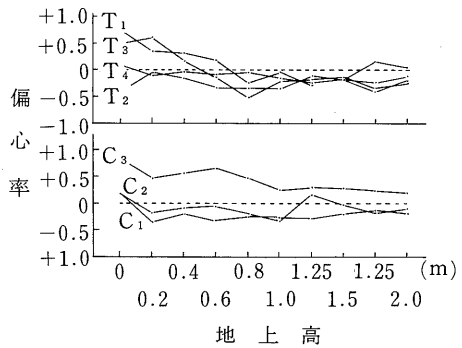


図15 幹脚部における偏心率の垂直変動

(注) 20年生時の偏心率で、+は山側へ偏心、-は谷側へ偏心を示す。

IV 考 察

ヒノキは一般に幹脚部が異常肥大する傾向が強い。この著しいものがトックリ病である。トックリ病の発生は火山灰土壌、透水性の悪い土壌、湿潤肥沃な土壌で多く、地形的にみると谷・沢筋の湿潤肥沃地に多く発生する傾向がみられる^{2-3,11)}。またトックリ病の発生は立木密度や保育とも関係があり、疎林あるいは生長の良い林分・林木で多くみられ、林分密度が高いほど発生率は低いという¹¹⁾。また枝打ちの遅れた林分に多く、地際部の異常肥大生長は強度の枝打ちによって抑制されるといわれている^{1,8)}。鳥取大学蒜山演習林のIV～VI齢級のヒノキ人工林では、トックリ病木は谷・沢筋から斜面下部の緩斜地に多くみられ、斜面中腹、斜面上部及び尾根筋では少なかった。従来いわれているようにトックリ病の発生は透水性の悪い湿潤肥沃な土壌に多いといえることができる。しかし、斜面中腹から上部の急斜面地では根元曲がりによる幹脚異常肥大木が多くみられた。根元曲がりによる幹脚異常肥大木は一般に異常肥大の部分がトックリ病木よりも低く、また内部に雪害（幹割れ）など傷害がみられることがあり、地際部の膨大率が高くても、このような木はトックリ病木ではない。すなわち、ヒノキの地際部の異常肥大には二つのタイプがあり、トックリ病による異常肥大と根元曲がりによる異常肥大とがあり、宮島¹⁰⁾のいう膨大率30%で両者を区別することは困難である。

諫本⁹⁾によると、ヒノキの地際部の異常肥大生長は強度の枝打ちによって軽減されるといえる。鳥大蒜山演習林第7林班のプロットでは沢筋の平坦地にもかかわらずトックリ病木の出現率が低かった。この林分は過去2回枝打ちが行われており、平均枝下高は4.8mで他の林分に比べて高く、樹冠量も小さかった。枝打ちがトックリ病の発生を抑えたものと思われる。

トックリ病の発生時期は林分や個体によってかなり差がある。徳重¹¹⁾は39年生のヒノキ林を調査し、年輪幅の増加よりみて、異常肥大は樹齢22年生頃からおこり、31～34年生の頃に終わると報告している。鹿児島県林試の調査¹¹⁾によると、林齢15年生頃から30年生頃までに被害が最も多く出現し、40年生以上になるとほとんど認められないという。諫本⁹⁾らが15年生の若いヒノキ林で調べたところ、樹齢8年生より異常肥大の出現が開始されたとしている。本調査によると、鳥大蒜山演習林の林分では、肥大指数からみると10～25年生の時期に幹脚部の異常肥大が起っている。付近の60～70年生の民有林では黒色火山灰土壌であるにもかかわらず、トックリ病の発生はほとんどみられない。伐期に近い老齢林分では枝の枯れ上がりが進んで枝下高が著しく高くなっている。老齢になるに従って幹脚部の異常肥大は緩和されるものと思われるが、幼～中齢期に著しくトックリ状になったものはトックリ症状がなかなか回復せず、老齢までトックリ状を呈したものもある。

多雪地帯の急斜地に植栽されたヒノキは、雪圧により根元曲がりを生ずる。根元曲がりの林木は山谷側に楕円形の肥大生長を示すことがあり、この結果、幹脚部が異常肥大して膨大率が高くなる。急斜地の幹脚異常肥大木は、外観上トックリ状を呈しておらず、トックリ病

木とは判定しがたい。典型的なトックリ病木は地上0.6~0.8mの部分がトックリ状に肥大し、かつ肥大部分の長さが著しく長い。しかし、根元曲がりによる幹脚異常肥大木は、最大肥大部分が地際にあり、地際から地上0.4~0.6の部分が特に肥大しており、トックリ病木よりも一般に肥大部分が短い。地際部の膨大率のみでトックリ病を判定することは問題があり、幹脚の形状をよく吟味する必要がある。

トックリ病木及び幹脚異常肥大木では髓心を中心にして山側と谷側の肥大生長にアンバランスを生じ、幹脚部は偏心生長していることが多い。また地上高別にみると山側と谷側の生長量がみな同じでなく、髓心が蛇行していることがある。偏心材は製材した場合に狂いなどを生じ材の利用上好ましくないので、偏心生長の仕方などを更にくわしく研究する必要がある。

V 総括

鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）及びその付近のヒノキ人工林において幹脚部の異常肥大生長とトックリ病の発生について調査研究を行った。調査林分は標高500~700m、黒色火山灰土壌で、林齢は19~32年生（鳥大蒜山演習林）及び75年生（民有林）である。本研究の結果を要約すると以下のとおりである。

(1) 幹脚部膨大率が30%以上のものを異常肥大木とし、幹脚部が明らかにトックリ状を呈したものをトックリ病木とした。幹脚異常肥大木及びトックリ病木の出現率は林分、斜面位置及び傾斜角によって差があり、また保育状態（枝下高）とも関係があるようであった。幹脚異常肥大木は沢筋~斜面下部で出現率が高く、斜面上部~尾根筋で低かったが、斜面中腹~上部でも急斜地では出現率が高かった。トックリ病木は沢筋及び斜面下部の緩斜地で多くみられ、斜面中腹、斜面上部及び尾根筋では少なかった。

幹脚異常肥大木は2林班と12林班で多くみられ、その出現率は80%以上であった。トックリ病木は、林分によっては沢筋~斜面下部で40~60%の高い出現率を示した。

(2) トックリ病木は正常木に比べて樹高は大差ないが、胸高直径が大きく、また材積生長も旺盛で、生長の良い木にトックリ病が多い傾向がみられた。幹脚部の膨大率は正常木が29~35%であったが、トックリ病木は38~46%であった。

トックリ病木では10年生頃から年輪幅が著しく広くなり、最盛期には8~12mmに達した。幹脚部の連年肥大指数によってトックリ症状の出現時期を判定したところ、トックリ症状は10年生前後から現われ、25年生頃には症状はみられなくなった。個体によって出現時期及び出現期間に差があった。

(3) トックリ病木の罹病部の高さは平均0.8~1.2m、最大2.0mであった。根元曲がりによる幹脚異常肥大木は肥大部分が短く、根元曲がり部分が異常に肥大しており、トックリ病木とは幹脚の形状が違っていた。トックリ病木の幹脚部の形状には二つのタイプがみられた。

トックリ病木では幹脚部の材積配分率が正常木に比べて高く、20年生時におけるそれは正常木の32%に対し、トックリ病木は38~48%であった。

(4) 幹脚部の肥大生長を山側、谷側方向別に測定して比較した。幹脚部の肥大生長は、傾斜地では一般に、山側よりも谷側が旺盛であるが、トックリ病木では谷側よりも山側の肥大生長が旺盛なものがあつた。また偏心生長の結果、トックリ病木では髓心が蛇行するものがみられた。

文 献

- 1) 赤井竜男・江間奉生：ヒノキとくり病木の肥大生長と葉量について。78回日林講，pp.220~221 (1967)
- 2) 遠藤 昭・渡瀬 彰：ヒノキのトックリ病と土壤の理化学性。69回日林講，pp.360~361 (1959)
- 3) 遠藤 昭・渡瀬 彰：ヒノキのトックリ病と土壤の理化学性—とくに理学性について。70回日林講，pp.355~357 (1960)
- 4) 遠藤 昭・渡瀬 彰：山梨県におけるヒノキのトックリ病の環境調査。山梨県林試研報，**11**：53~58 (1962)
- 5) 橋詰隼人・小林 徹：多雪地帯のヒノキにおける地際部の異常肥大生長とトックリ病の発生について。97回日林論，pp.357~358 (1986)
- 6) 諫本信義・佐々木義則：ヒノキの徳利病に関する研究(I) トックリ病木の形態と被害開始の時期について。日林九支研究論集，**31**：131~132 (1978)
- 7) 諫本信義・佐々木義則：同上(II) 徳利病木の幹材積配分について。日林九支研論集，**31**：133~134 (1978)
- 8) 諫本信義：同上(V) 地際部における異常肥大の発現と制御(その1)。日林九支研論集，**36**：61~62 (1983)
- 9) 諫本信義：同上(VI) 異常肥大の発現と制御(その2) 日林九支研論集，**37**：101~102 (1984)
- 10) 宮島 寛：ヒノキ栄養系の育成に関する基礎研究。九大演報，**34**：15~19 (1962)
- 11) 佐藤敬二：日本のヒノキ(下巻)。全国林業改良普及協会，東京，pp.295~298 (1973)



写真1 鳥取大学蒜山演習林のヒノキ造林地におけるトックリ病の発生

A~C: トックリ病木, D: 正常木