

# 穿孔試験による心材腐朽探知の一例

大学院学生 佐 保 春 芳

Haruyoshi SAHO:

## A detecting Method of Heart Rot in standing Tree by Boring Test

### 緒 言

生立木の心材腐朽について心材がどのような形で腐朽しているかを円板を作製することなく求める目的をもって、穿孔試験機を利用して検討した結果、その基礎的資料を得たのでここにその一例を報告する。

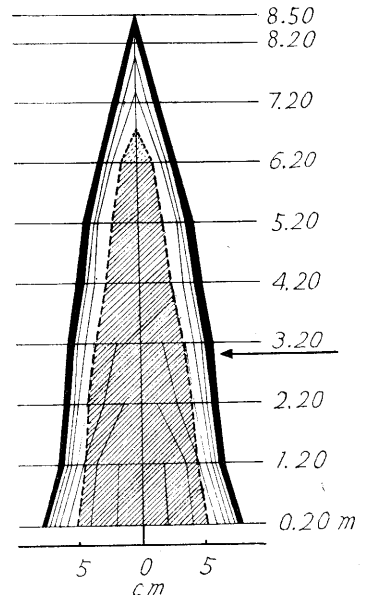
本実験にあたり種々ご指導を願った東京大学農学部猪熊泰三教授をはじめとする森林植物学教室の方々、森林利用学教室大河原昭二氏、林業試験場青島清雄氏、及び沼津営林署の方々には心からの謝意を表す。

### 供 試 木

本実験の供試木は 1956 年 11 月富士山南山国有林内第 71 林班に生育したカラマツ (*Larix leptolepis* GORDON) で、34 年生、樹高 8.5 m、胸高直径 13.5 cm、その材積 0.0687 m<sup>3</sup> である。この地区は生育が悪く、供試木も上長成長はすでに停止していると考えられる程度に梢端は枯れていた。この供試木を現場で伐倒し各 1 m 間隔に切断し、肉眼的に腐朽と判断される部分と健全な部分との境界に印をつけた。これを第 5~11 各 a 図に示す。

この供試木の解析図を第 1 図に示す。3 m のところにある矢印は腐朽菌の子実体着生個所である。図中斜線の部分は肉眼的な腐朽部を示す。被害はカイメンタケ (*Phaeolus Schweinitzii* (FR.) PAT.) によるものである。この供試木の示した腐朽型は典型的な根株腐れではなく、カイメンタケにおかされたものとしては特殊な例である。各円板の被害程度をのべると次のようになる。なお、腐朽度は次の記号によって示す。

- 腐朽度 (+): ごく初期のもの、わずかに変色。  
(+): 変色がはっきりしているもの。  
(+): 明らかな変色と乾燥時にわずかの亀裂を示す。



第 1 図 供試木の解析図  
斜線をほどこした部分は腐朽部を示す。

(卍): 強度の腐朽, 乾燥時大きくひび割れする。

- 1) 0.20 m: 部分的に腐朽度(卍)が点在する。この部分はつながってはいない。それ以外にも腐朽度(+)があり, 極めて不規則な型をなしている。カイメンタケ分離(第5-a 図参照)。
- 2) 1.20 m: 髄を中心とする心材腐朽型をなしている。大部分は腐朽度(卍)でその外側に少部分腐朽度(卍)がある。死節の部分には腐朽はない。カイメンタケ分離(第6-a 図参照)。
- 3) 2.20 m: 極めて不規則に腐朽部分がある。腐朽度(卍)が点在し, 中心部にも腐朽度(卍)があり, 他の心材部はほとんど腐朽度(卍)を示す。カイメンタケ分離(第7-a 図参照)。
- 4) 3.20 m: 腐朽部は極めて顕著。大部分は腐朽度(卍)であり一部に腐朽度(卍)を認める。点在した腐朽度(卍)の部分が1カ所ある。カイメンタケ分離(第8-a 図参照)。
- 5) 4.20 m: 腐朽部は極めて顕著ですべて腐朽度(卍)である。カイメンタケ分離(第9-a 図参照)。
- 6) 5.20 m: 腐朽部は極めて顕著で, 中心部に腐朽度(卍)があり, その外周の1部に腐朽度(卍)がある。カイメンタケ分離(第10-a 図参照)。
- 7) 6.20 m: 中心部に腐朽度(卍)の部分がある。カイメンタケ分離(第11-a 図参照)。
- 8) 7.20 m: 赤色を帯びた変色部は認めたがカイメンタケを分離することはできなかった。
- 9) 8.20 m: 梢端は枯れていて, 8.20 m 附近もやや黒変した材になっていた。カイメンタケを分離することはできなかった。

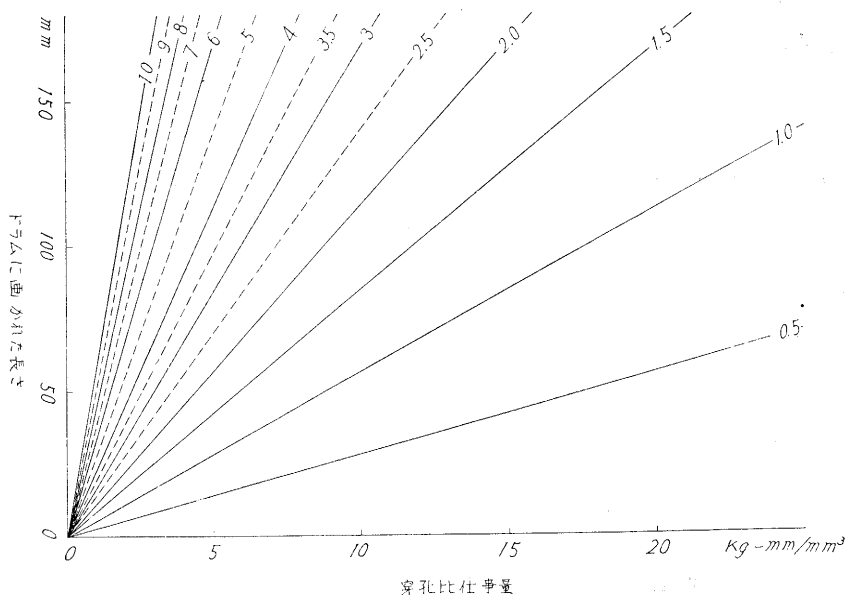
カイメンタケの子実体を地上部 3.00 m に認め, 各腐朽部からは高さ 6.50 m 附近まで菌糸を分離することができたので, 被害程度軽微な 0.20 m 附近から 6.50 m 附近までがおかされていたのであると考えられる。この腐朽材積は  $0.0243 \text{ m}^3$  で, 全材積の 35.4% にあたる。

### 穿孔試験方法

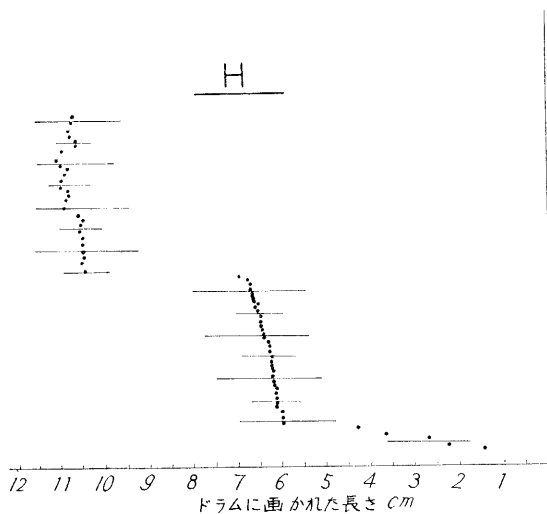
a) 試験機: 本実験に使用したものは改良型重力式穿孔試験機 KS1 型である。SIMINSKY の考案になる穿孔試験機に種々な改良を加えたスプリング式穿孔試験機を用いて加藤・上飯坂<sup>1)</sup>, 佐保<sup>2)</sup>, 大河原<sup>3)</sup>の報告があり, ある程度の精度をもって腐朽度を測定することができることを明らかにしている。しかし穿孔圧力をスプリングにたよるこの方式では, 穿孔中つねに一定の圧力をうることは困難であり, 更に固い材料に対して穿孔圧力を高くすると試験機が浮きあがるという欠点があった。これを改良した重力式 KS1 型では穿孔圧力を重力にたよるため常に一定にすることができ, 操作は極めて楽である。この KS1 型に関しては大河原<sup>4)</sup>の報告があり, 木橋部材の腐朽に対してその腐朽状態を求めることができることを明らかにしている。

b) 計算法: KS1 型に関しては穿孔比仕事量を計算した例がないので少しくわしくのべる。錐は直径 3 mm である。試験機が記録紙上に残したダイアグラムを第 5~11 各 b 図に示す。ダ

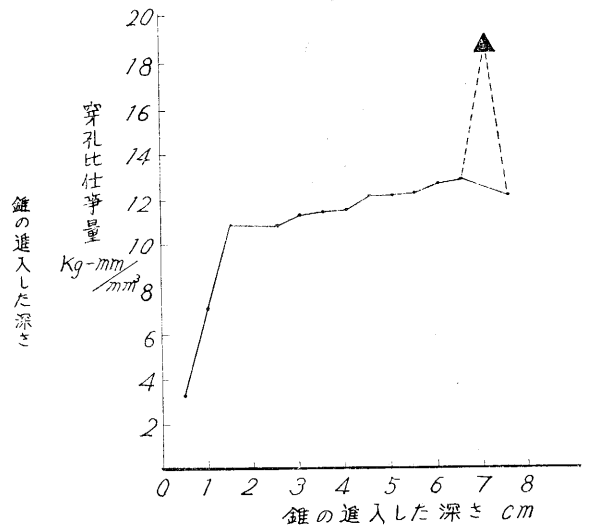
イアグラム上の細い横線は 5 mm 間隔である。記録紙上の点は Y 軸よりの距離が回転モーメント、X 軸よりの距離がその時の錐の深さを示し 1 廻転ごとに 1 つの点をうる。各点についてすべて計算するのは極めて複雑であるので、筆者の場合は便宜上 5 mm 間隔線とか、線上にない場合はすぐ上の点とその下の点との間の 1 廻転に進入した深さ及び廻転モーメント (Y 軸よりの距離) を求めた。(第24頁へ)



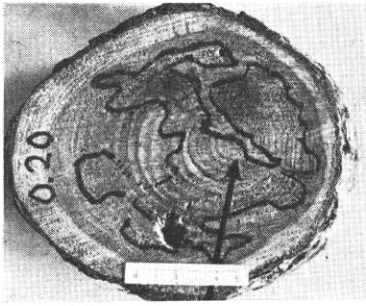
第2図 穿孔比仕事量算出のための計算図表  
各斜軸は錐一廻転に進入した深さを示す (mm)。



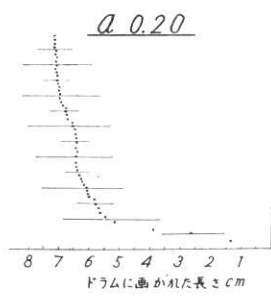
第3図 試験紙  
(健全木を穿孔した場合に使用のもの)



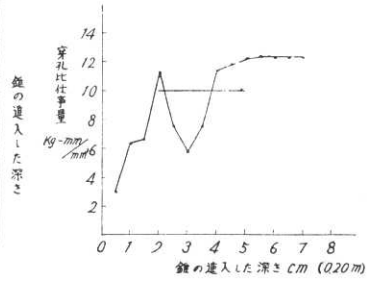
第4図 健全木の穿孔比仕事量が錐の進入に従って示す変化、▲印は秋材部の穿孔比仕事量である。この附近の年輪密度は 1 cm あたり 2 個であった。



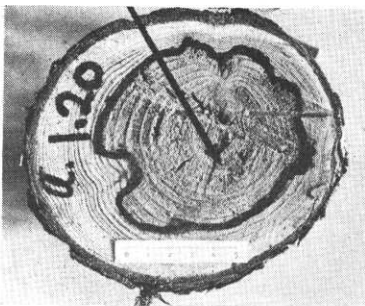
第5-a図 0.20m の円板



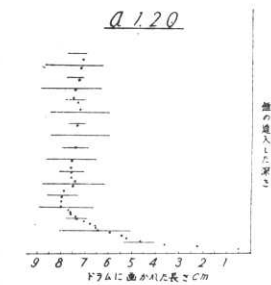
第5-b図 試験紙 (0.20m)



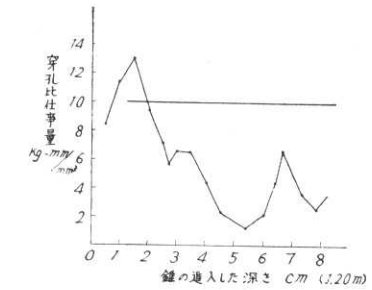
第5-c図



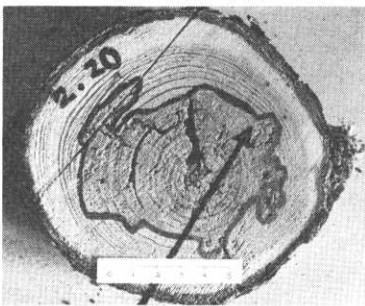
第6-a図 1.20m の円板



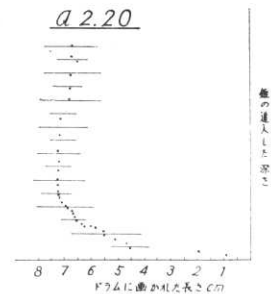
第6-b図 試験紙 (1.20m)



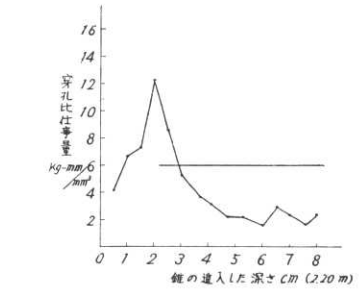
第6-c図



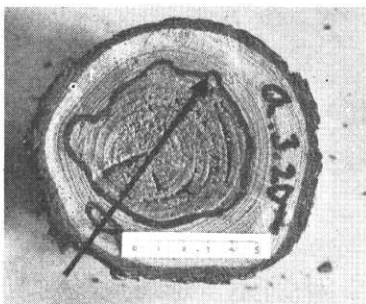
第7-a図 2.20m の円板



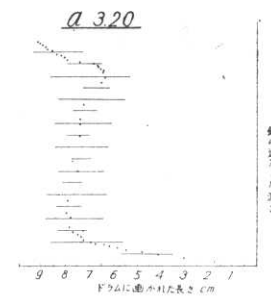
第7-b図 試験紙 (2.20m)



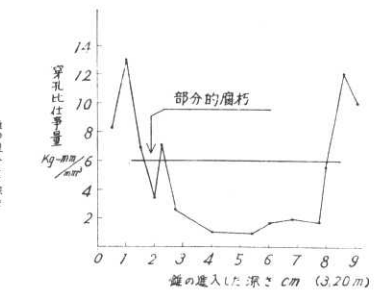
第7-c図



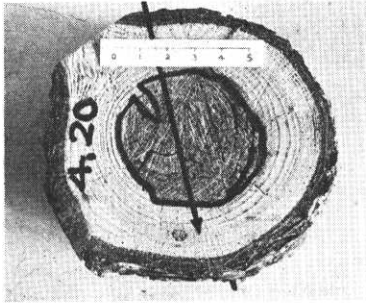
第8-a図 3.20m の円板



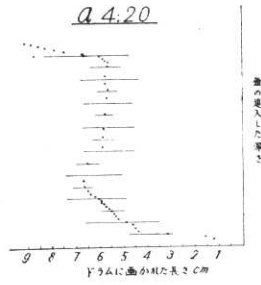
第8-b図 試験紙 (3.20m)



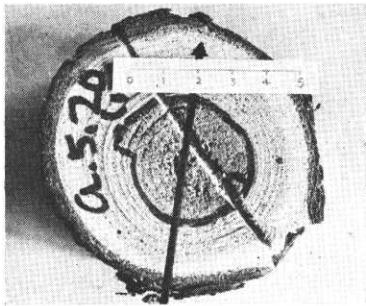
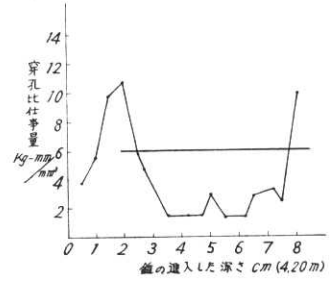
第8-c図



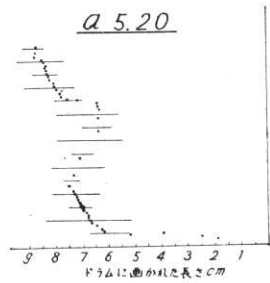
第9-a図 4.20m の円板



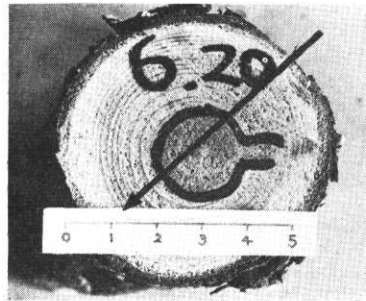
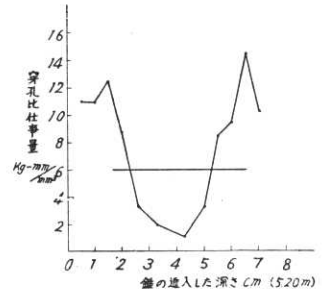
第9-b図 試験紙 (4.20m)



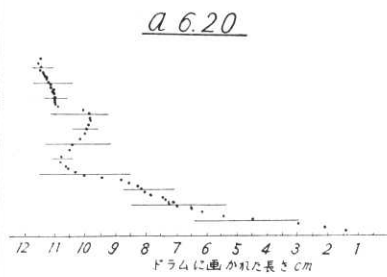
第10-a図 5.20m の円板



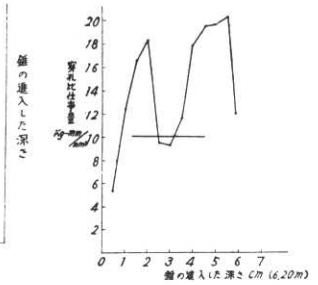
第10-b図 試験紙 (5.20m)



第11-a図 6.20m の円板



第11-b図 試験紙 (6.20m)



図の説明

1. 各a図はそれぞれの高さの円板を示す。図中矢印は穿孔方向ならびにその到達した深さを示す。図上の小紙片の長さは5cmである。
2. 各b図は各a図に対応する部分を穿孔した場合に使用した試験紙を示す。
3. 各c図は対応するb図を計算し穿孔比仕事量が錐の進入するに従って変化する状態を示す。

計算式は

$$w = \frac{2\pi m}{4vd^2} = \frac{8m}{vd^2}$$

$w$ : 穿孔比仕事量  $\text{kg}-\text{mm}/\text{mm}^3$   
 $m$ : 廻転モーメント  $\text{kg}-\text{mm}$   
 $v$ : 錐一廻転に進入した深さ  $\text{mm}$   
 $d$ : 錐の直径  $\text{mm}$

然るに  $d=3$  であるから

$$w = \frac{8m}{9v}$$

この計算式によってすべての測点について計算するのは手数のかかることであるので、第2図に示す計算図表を作りこれを利用した。この計算図表は縦軸はドラムに画かれた長さ即ち廻転モーメントで、横軸は穿孔比仕事量を示し、各斜軸は錐1廻転に進入した深さを示す。

腐朽状態がはなはだしい所では、次の点が  $5\text{mm}$  以上はなれている場合をしばしば認めるが、この時はこの測点間での錐の進入した深さをそのまま使用した。

記録紙上のダイアグラムから計算した結果を錐の進入した深さに従って示したのが第5~11の各c図である。また健全なカラマツの示すダイアグラムを第3図に、計算した結果を第4図に示す。

### 結果と考察

穿孔試験はその直径に応じて  $0.20\sim 3.20\text{m}$  までの各円板に対しては  $16$  カ所、 $4.20\sim 5.20\text{m}$  の各円板には  $8$  カ所、 $6.20\sim 7.20\text{m}$  の各円板には  $4$  カ所実施した。その結果は第5~11の各c図に明らかなように、腐朽部において穿孔比仕事量の急激な低下が認められた。図からも腐朽位置を外側から推定することができるが、健全部と腐朽部の境界附近の穿孔比仕事量を求めてみると第1表のごとくなる。

即ち、まだカイメンタケにおかされていない心材部の示す穿孔比仕事量が、1樹体で高さにより異なっているために、腐朽境界を適確に示す値も高さによって異なっている。

また樹皮、辺材、心材を含み腐朽部のみを除いた小片を1円板について3個あてとり、その容積密度

第1表 腐朽部境界の示す穿孔比仕事量  
(附) 健全心材の示す最高値と円板の容積密度数

高さ m	腐朽部境界の穿孔比仕事量 $\text{kg}-\text{mm}/\text{mm}^3$	健全心材が示す最高の穿孔比仕事量	容積密度数
0.20m	穿孔する位置によって値のふれが大きく決定し難いが ほぼ 10	穿孔位置によって値のふれが大きく決定し難いが ほぼ 10~30	0.57
1.20m	10	13~19	0.56
2.20m	5~6	8~12	0.53
3.20m	5~6	8~13	0.51
4.20m	6	10~14	0.57
5.20m	6	10~14	0.55
6.20m	10	14~20	0.51

(註) この時の含水率は  $15\%$  であった。

度を計った結果も第1表に記した。これによっても平井<sup>5)</sup>が先きに明らかにしたように、樹体内において容積密度数の変異が認められた。この容積密度数の変異とまだ健全な心材部が示す穿孔比仕事量の変異はほぼ正比例的關係があるように思われる。これらを考慮して第5~11の各c図

上に腐朽部と健全部との境界と思われる値を横線で示した。これらの図は各方向から穿孔したうちの1例であり、その方向及び到達した深さを第5～11の各a図上に↑印で示した。

第5～11の各c図に示したように、穿孔比仕事量が穿孔するに従って上昇し最高値に達し、次に急激に降下した点との中間がほぼ肉眼的な腐朽部の境界となっているようであり、このようにして腐朽部を含めた円板の図上にこの境界と思われる点を移すと、実際の腐朽形と極めてよく一致することがわかった。

第5-c図で明らかなように、外周から3 cm 附近で穿孔比仕事量が急激に降下しているが、このように急激に穿孔比仕事量が低下した点が2個以上あればその部分は腐朽していると考えてよい。なお第8-c図に示したように、小部分の腐朽も明瞭に示す故、穿孔比仕事量の急な低下は注意しなければならない。

0.20 m の円板には腐朽度(+)の部分が多かったが、その位置を穿孔比仕事量から推定することはできない程に健全部との差異を認め難かった。従ってわずかに変色が認められる程度の腐朽度(+)すなわち腐朽初期の場合は、強度的にもほとんど変化がないと考えてよいであろう。

相当な精度で腐朽部を測定するためには長さ 140 mm、径 3 mm の錐では、実際に穿孔しうる約 100 mm のうち 80% にあたる 80 mm までが有効であった。従って測定値を測定しうる限度の長さまで求めることはある程度の不正確さを認めた上でなければ無駄なことである。

また穿孔する場合なるべく髄を通るようにするが、完全に髄を通らない時には髄の近くで秋材部だけを斜めに通ることがある。この時は穿孔比仕事量は高くなる。第7-c図の6.5 cm の値がこのことを示している。

0.5 mm 単位でダイアグラム上の錐の進入した深さを計測したが、測点間隔がもっとせまい場合にはより小さな単位で計測することが望ましいと考えられる。さらに 0.7～0.8 mm 間隔の場合も 0.5 mm として計算したから、実際の値より大なる穿孔比仕事量となっているのである。これらの見地から精密な測定を要求される場合は、0.2 mm 単位で計測できればより正しい値が得られると考える。

年輪密度が 1 cm あたり 1～3 個の場合にはダイアグラム上に現われるから注意しなければならない。この時に秋材が示す穿孔比仕事量は 20～30 kg-mm/mm<sup>3</sup> である。その例を第4図の7.5 cm に示す。

## 総 括

穿孔試験によってカラマツ心材腐朽木の腐朽部を探知しようとした結果次のことが明らかとなった。

- 1) なればダイアグラムから直接腐朽部を読みとれるが、穿孔比仕事量を算出し、錐の進入する深さに従って変化して行くのをしらべる方が確実である。

- 2) 1 円板で各方向から穿孔し、穿孔比仕事量から腐朽部の境界と思われる深さを実際の腐朽材の示している腐朽形とくらべると、極めてよく一致していた。
- 3) 腐朽のごく初期の場合は、穿孔比仕事量は健全部と同じ値を示したから強度的にも健全部に劣っていないと考えられる。
- 4) 年輪密度が 1 cm あたり 1~3 個の場合はダイアグラムの上に明瞭に現われる。

以上の結果から腐朽木から円板をとることなく、その心材が腐朽している形、材積を穿孔試験によって充分推測出来ることを見出した。

#### 文 献

- 1) 加藤誠平・上飯坂実：東大農演習林報告，**42**，163-180，1952.
- 2) 佐保春芳：日林誌，**35**，359-363，1953.
- 3) 大河原昭二：第64回日本林学会講演集，289-291，1955.
- 4) 大河原昭二：第65回日本林学会講演集，298-299，1956.
- 5) 平井信二：東大農演習林報告，**35**，91-106，1947.

(東京大学農学部森林植物学教室において)