

岐阜県森林研究所

研 究 報 告

第 39 号

**Bulletin of the Gifu Prefectural  
Research Institute for Forests**

岐阜県森林研究所

岐阜県美濃市

2010年3月



# 目 次

## 資 料

岐阜県版スギ・ヒノキ細り表の作成·····	1
	大洞 智宏
組織培養によるコナラのクローン増殖·····	19
	茂木 靖和
ナラ枯れ被害木を利用した菌床栽培における子実体発生への影響·····	23
	上辻 久敏 茂木 靖和
ヒラタケ属キノコ4種の短木栽培における白こぶ病の発生と ネット被覆による防除·····	29
	水谷 和人



資料

岐阜県版スギ・ヒノキ細り表の作成

大洞智宏

キーワード：細り表，スギ，ヒノキ

I はじめに

「細り表」は、立木の樹高と胸高直径が明らかであれば、その立木の一定の高さごとの直径を知ることができる表である。現在、「細り表」は、林業事業者が森林所有者に施業提案を行う場合や市場に合わせた採材を検討する場合、現地発生材による施工を計画する場合などの資料として必要性を増している。「細り表」は、これまでに、いくつかの県（後藤,1967；佐渡,2005；鈴木ら,1999；富山県,1996；和田,2005）で作成が行われてきた。しかし、岐阜県においては、今須沢伐林を対象に調整されたもの（梶原ら,1996）を除くと、これまで作成されていなかった。

そこで、本研究では、これまでに蓄積した樹幹解析データに、立木、伐倒木の幹直径を測定したデータを加え、細り表の作成を行った。

II 材料と方法

幹直径のデータは、県内のスギ・ヒノキ人工林において、伐倒木の幹直径を直接測定した数値、立木の幹直径をペンタプリズムキャリパーを用いて測定した数値、および過去に行われた樹幹解析の資料を利用した。伐倒木を測定する場合は、輪尺を用いて梢端から樹高の9/10離れた位置、および地上高1.2mから2m間隔で直径を測定した。ペンタプリズムキャリパーを用いて立木を測定する場合には、地上高1.2m、樹高を10等分した各高さ（枝葉で幹が見えない位置を除く）で直径を測定した。樹幹解析資料を利用する場合には、各円板の長径とそれに直交する方向の直径の値を平均したものを直径の値とした。

試料木は、スギが109本（輪尺による測定39本、ペンタプリズムキャリパーによる測定28本、樹幹解析42本）、ヒノキが85本（輪尺による測定15本、ペンタプリズムキャリパーによる測定7本、樹幹解析63本）であった。試料木の胸高直径と樹高の関係を図-1, 2に示す。スギの胸高直径は16.6~58.6cm、樹高は16.1~

38.7mであった。ヒノキの胸高直径は10.8~35.9cm、樹高は14.1~26.3mであった。

有皮直径から無皮直径に換算する際に必要な樹皮厚については、樹幹解析資料および、市場へ出材された丸太の直径、樹皮厚を測定した値を利用し、直径との関係式を求めた。市場へ出材された丸太の樹皮厚は、2009年12月10日に岐阜県森林組合連合会岐阜共販所に出材されていたスギ、ヒノキ丸太のうち木口面から見て、樹皮のはがれが明らかな丸太を除き、スギ233本、ヒノキ177本を選び測定した。測定は、有皮直径、無皮直径のそれぞれ2方向（長径方向およびそれ

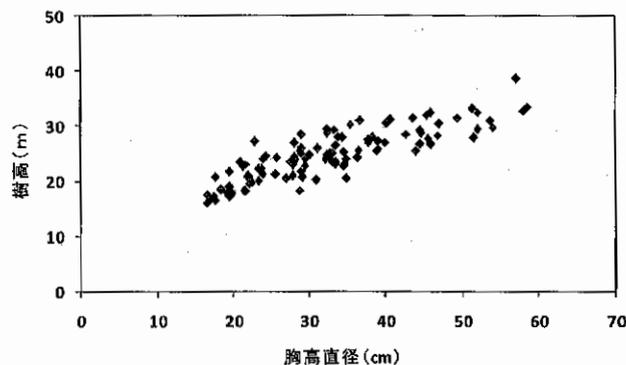


図-1 スギの胸高直径と樹高の関係

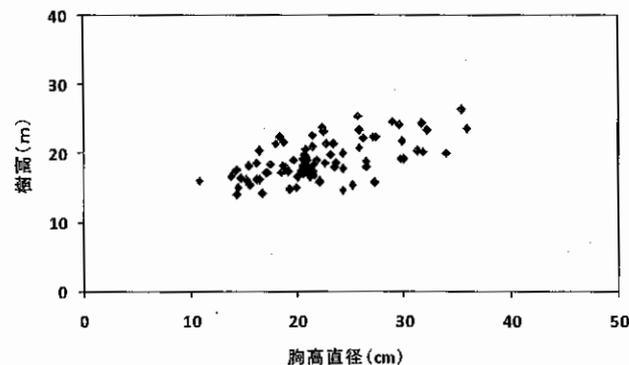


図-2 ヒノキの胸高直径と樹高の関係

に直交する方向)で行った。有皮直径, 無皮直径の平均値をその面の有皮直径値, 無皮直径値とし, その差を樹皮厚とした。

### III 結果と考察

#### 1. 相対幹曲線式

今回, 細り表の作成には, 相対幹曲線を用いた。相対幹曲線は, 樹高 (H) を 1, 梢端から 9/10H の位置の直径 ( $d_{0.9}$ ) を 1 とし, x 軸に樹高に対する任意の高さ ( $h_i$ ) の相対位置 ( $1-h_i/H$ ) をとり, Y 軸に梢端から 9/10H の位置の直径 ( $d_{0.9}$ ) に対する  $h_i$  における直径 ( $d_i$ ) の相対値 ( $d_i/d_{0.9}$ ) で描かれる。

幹曲線式の推定にあたっては, 各試料木の測定値を以下の (1) (2) 式により相対値に変換した。

$$\text{相対直径: } y = (d_i/d_{0.9}) \quad (1)$$

$$\text{相対位置: } x = 1 - (h_i/H) \quad (2)$$

H: 樹高 (m)

$h_i$ : 任意高 (m)

$d_i$ :  $h_i$  における直径 (cm)

$d_{0.9}$ : 梢端から 9/10 の位置の直径 (cm)

相対位置と相対直径の関係を図-3, 4に示す。相対位置の値が大きくなるにしたがって相対直径の値が増加しているが, 相対位置 0.4 以上では, その傾きが小さくなっている。

次に, 相対化したすべての値を, 相対幹曲線への適合の良いとされる吉田式 ( $Y = aX^3 + bX^2 + cX$ ) (南雲ら, 1990) に当てはめ, 最小二乗法により各係数を算出した。基準となる  $d_{0.9}$  が測定されていない場合には, その上下の直径値から線形補間により算出した値を使用した。

相対位置と相対直径の値を吉田式に当てはめ, 算出した相対幹曲線式を以下に示す。

$$\text{スギ: } y = 1.4021x^3 - 2.7861x^2 + 2.4885x \quad (R^2 = 0.998) \quad (3)$$

$$\text{ヒノキ: } y = 1.2358x^3 - 2.6493x^2 + 2.4972x \quad (R^2 = 0.997) \quad (4)$$

相対幹曲線を以下の (5) 式により表す。

$$y = f(x) \quad (5)$$

(3) (4) 式により導かれる相対直径の値 (y) は, 梢端から 9/10 の位置の直径に対する相対値である。9/10 の位置の直径は測定が困難な場合があるため, 以下の (6) 式を用い実際に測定できる胸高直径に対する相対値に変換する (梶原, 1993)。

$$d_{0.9} = D / f(x_{1.2}) \quad (6)$$

D: 胸高直径 (cm)

$x_{1.2}$ : 胸高直径の相対位置

(1) (5) (6) 式により, 任意高 ( $h_i$ ) における直径 ( $d_i$ ) は次式により表される。

$$d_i = f(x) \cdot D / f(x_{1.2}) \quad (7)$$

#### 2. 残差の検証

実測値と (7) 式を用い算出した予測値との比較を行った。残差 (実測値 - 予測値) の値の分布を図-5, 6に示す。スギの予測値の 61% が残差が  $\pm 1$  cm 以内であった。また, 82% が  $\pm 2$  cm 以内の残差であった。ヒノ

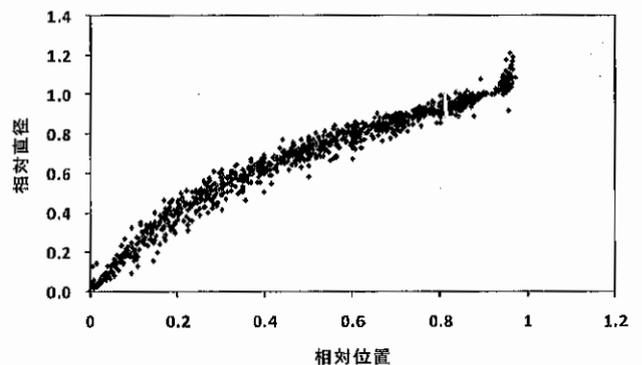


図-3 スギの相対位置と相対直径の関係

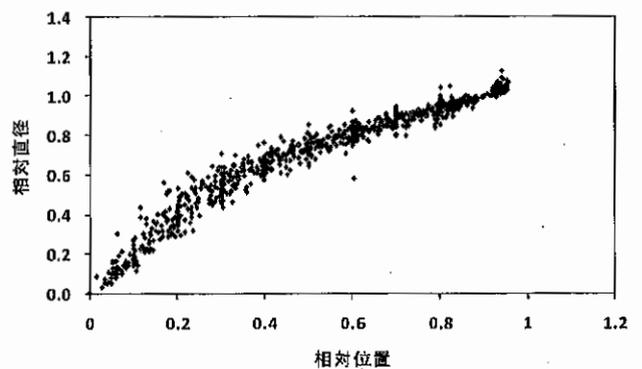


図-4 ヒノキの相対位置と相対直径の関係

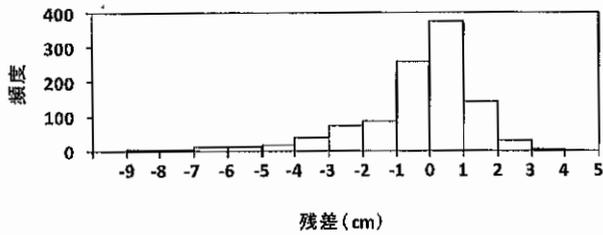


図-5 残差の頻度分布 (スギ)

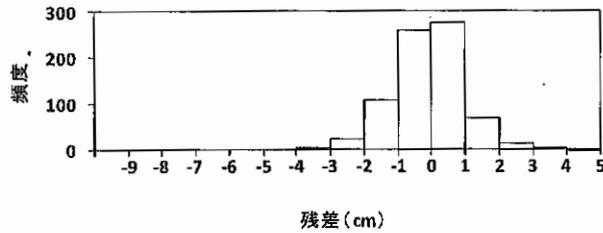


図-6 残差の頻度分布 (ヒノキ)

キでは、70%が残差が±1cm以内であった。また、93%が±2cm以内の残差であった。ヒノキに比べスギで残差のばらつきが大きかった。スギ、ヒノキとも予測値の80%以上が実測値との残差が±2cm以内であり、通常、直径の採寸が2cm括約で行われることから、実用上は大きな問題はないと考える。

残差と形状比（樹高(cm)÷胸高直径(cm)）の関係を図-7、8に示す。形状比の低い個体で予測値が過大になりやすい傾向がみられた。特にスギではその傾向が強く、形状比が60以下の個体で残差が非常に大きくなる場合がみられた。形状比が60以下で残差が-4cm以下の個体を精査すると胸高直径が50cm以上の個体が多かった。

### 3. 樹皮厚

有皮直径と樹皮厚の関係を図-9、10に示す。直径が大きいほど、樹皮が厚くなる傾向がみられた。有皮直径と樹皮厚の関係式は、細り表の作成時の計算などを考慮して単純な一次式を最小二乗法により当てはめ各係数を算出した。有皮直径と樹皮厚の関係式を、以下に示す。

$$\text{スギ} : B=0.0210x_i+0.2972 \quad (R^2=0.580) \quad (8)$$

$$\text{ヒノキ} : B=0.0248x_i+0.3620 \quad (R^2=0.558) \quad (9)$$

B: 樹皮厚 (cm)

$x_i$ : 有皮直径 (cm)

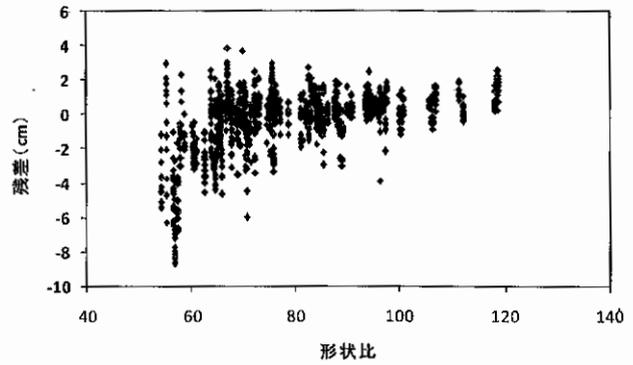


図-7 スギの形状比と残差の関係

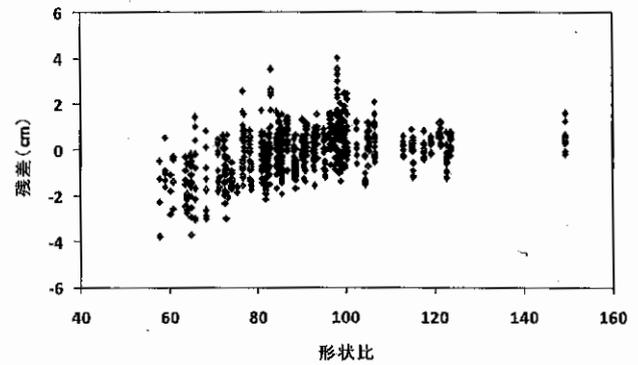


図-8 ヒノキの形状比と残差の関係

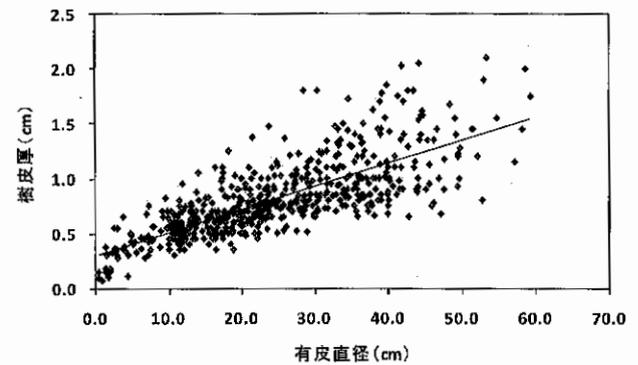


図-9 スギの有皮直径と樹皮厚の関係

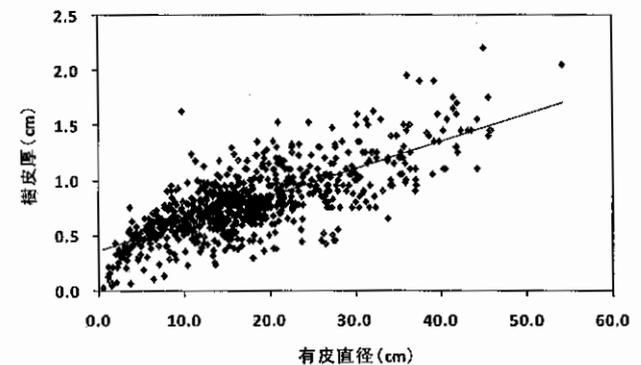


図-10 ヒノキの有皮直径と樹皮厚の関係

#### 4. 細り表

(1)～(9)式を用い、胸高直径階(2cm間隔)と樹高階(1m間隔)の組み合わせごとに1m間隔の地上高における無皮直径を算出した。この値を用い、細り表(付表-1～33)の作成を行った。表の適応範囲は原則としてデータが存在する範囲に限られるため、今回作成した細り表の適応範囲はスギが胸高直径16～58cm、樹高16～38m。ヒノキでは胸高直径16～36cm、樹高は14～26mである。スギについては、形状比が60以下で胸高直径が50cm以上の個体で残差が大きくなる場合があることから、このような個体に適用する場合には注意が必要である。

#### IV おわりに

今回作成を行った「細り表」は、試料木本数が他県の事例に比べ少なく、適用できる範囲も小さいため、完全なものとはいえない。今後、資料木を増やし、形状比などとの関係の精査や適用範囲の拡大に取り組む必要がある。

#### 謝辞

岐阜県森林組合連合会の富田秀明岐阜林産物共販所長には樹皮厚調査に関して便宜を図っていただいた。現地調査では、森林研究所(当時を含む)の横井秀一氏、井川原弘一氏、渡邊仁志氏、岡本卓也氏、田中伸

治氏にご協力いただいた。また、樹幹解析資料については、森林研究所(旧林業センター)職員の皆様が蓄積されたものの一部を利用させていただいた。ここに記して、各位に深く感謝の意を表する。

#### 引用文献

- 後藤亮(1967)ヒノキの細り表. 広島林試研報2:2-8.  
梶原幹弘(1993)相対幹形 -その実態と利用-. 138pp. 森林計画学会出版局  
梶原幹弘・伊藤達夫・梶原規弘・藤本幸司・山本武(1996)相対幹曲線に基づく岐阜県今須のスギ・ヒノキ択伐林の立木材積表. 形数表および細り表, 京都府大演習林報40:85-124.  
南雲秀次郎・箕輪光博(1990)現代林学講義10測樹学. 243pp. 地球社.  
佐渡靖紀(2005)長伐期施業に対応する森林管理技術の開発. 山口林指セ試験報告18.  
鈴木善郎・野上啓一郎(1999)長伐期に対応するスギ及びヒノキ細り表. 静岡県林業技術センター研究報告27:9-21.  
富山県林業試験場(1996)タテヤマスギの細り表. 36pp.  
和口美明(2005)奈良県全域を対象としたヒノキ同齢林の立木材積表, 形数表および細り表. 奈良県林技セ研報34:47-61.

付表-1 スギ細り表(胸高直径16cm)

樹高 (m)	地上高(m)																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
16	14	13	13	12	12	11	10	9	9	8	6	5	3	1					
17	14	14	13	12	12	11	11	10	9	8	7	6	5	3	1				
18	14	14	13	12	12	11	11	10	9	9	8	7	6	4	3	1			
19	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9	8	8	7	5	4	3	1		
20	14	14	13	13	12	12	11	11	10	9	9	8	7	6	5	4	3	1	

付表-2 スギ細り表(胸高直径18cm)

樹高 (m)	地上高(m)																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
16	16	14	14	14	13	12	12	11	10	9	7	6	4	2						
17	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	7	5	4	2						
18	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	8	7	5	3	1					
19	16	14	14	14	14	13	12	12	11	10	10	9	7	6	5	3	1			
20	16	14	14	14	14	13	13	12	11	11	10	9	8	7	6	5	3	1		
21	16	16	14	14	14	13	13	12	12	11	10	10	9	8	7	6	4	3	1	

付表-3 スギ細り表(胸高直径20cm)

樹高 (m)	地上高(m)																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
16	18	16	16	14	14	14	13	12	11	10	8	6	4	2									
17	18	16	16	16	14	14	13	12	12	10	9	8	6	4	2								
18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	7	6	4	2							
19	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	8	7	5	4	2							
20	18	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	8	7	5	3	1					
21	18	16	16	16	14	14	14	14	13	12	12	11	10	9	8	6	5	3	1				
22	18	16	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	10	9	7	6	5	3	1			
23	18	16	16	16	16	14	14	14	14	13	12	12	11	10	9	8	7	6	4	3	1		
24	18	18	16	16	16	14	14	14	14	13	13	12	11	11	10	9	8	7	6	4	3	1	

付表-4 スギ細り表(胸高直径22cm)

樹高 (m)	地上高(m)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
16	20	18	18	16	16	14	14	13	12	11	9	7	5	2											
17	20	18	18	16	16	16	14	14	13	12	10	9	7	5	2										
18	20	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	8	6	4	2									
19	20	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2									
20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	9	7	6	4	2							
21	20	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	7	5	4	2						
22	20	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	9	8	7	5	3	1					
23	20	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	7	5	3	1				
24	20	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	8	6	5	3	1			
25	20	18	18	18	18	16	16	16	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	7	6	5	3	1		
26	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	8	7	6	4	3	1	

付表-5 スギ細り表(胸高直径24cm)

樹高 (m)	地上高(m)																										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
16	22	20	20	18	18	16	16	14	13	12	10	8	5	3													
17	22	20	20	18	18	16	16	14	14	13	11	9	7	5	2												
18	22	20	20	18	18	16	16	16	14	13	12	11	9	7	5	2											
19	22	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	4	2										
20	22	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	11	10	8	6	4	2									
21	22	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2								
22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	14	13	12	10	9	7	6	4	2							
23	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	9	7	5	4	2						
24	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	8	7	5	3	1					
25	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	16	14	14	13	13	12	11	9	8	7	5	3	1				
26	22	20	20	20	18	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	6	5	3	1			
27	22	20	20	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	6	5	3	1		
28	22	20	20	20	20	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	12	11	10	9	7	6	4	3	1	

付表-6 スギ細り表(胸高直径26cm)

樹高 (m)	地上高(m)																											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
16	24	22	20	20	18	18	16	16	14	13	11	9	6	3														
17	24	22	20	20	20	18	18	16	14	14	12	10	8	6	3													
18	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	12	10	8	5	2												
19	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	14	13	11	9	7	5	2											
20	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	14	12	11	9	7	5	2											
21	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	4	2										
22	24	22	22	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	11	10	8	6	4	2									
23	24	22	22	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2								
24	24	22	22	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2							
25	24	22	22	22	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	10	9	7	6	4	2						
26	24	22	22	22	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	8	7	5	3	1					
27	24	22	22	22	20	20	18	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	8	7	5	3	1				
28	24	22	22	22	20	20	18	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	10	9	8	6	5	3	1			
29	24	22	22	22	20	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	13	12	11	10	9	8	6	5	3	1		
30	24	22	22	22	20	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	7	6	5	3	1	



付表-9 スギ細り表(胸高直径32cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
19	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	12	9	6	3																						
20	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	13	11	9	6	3																					
21	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	8	6	3																				
22	30	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	16	14	12	10	8	5	2																				
23	30	28	26	26	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	14	12	10	8	5	2																		
24	30	28	28	26	26	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	9	7	5	2																	
25	30	28	28	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	9	7	5	2																	
26	30	28	28	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	14	12	11	9	7	4	2																
27	30	28	28	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	12	10	8	6	4	2														
28	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	13	12	10	8	6	4	2													
29	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	18	16	14	14	13	11	10	8	6	4	2												
30	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	12	11	9	8	6	4	2											
31	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	22	20	20	18	18	18	16	16	14	13	12	11	9	7	6	4	1										
32	30	28	28	26	26	26	24	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	5	3	1									
33	30	28	28	26	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	11	10	9	7	5	3	1								
34	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	12	11	10	8	7	5	3	1							
35	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	8	7	5	3	1						
36	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	5	3	1					

付表-10 スギ細り表(胸高直径34cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
20	30	30	28	28	26	26	24	22	22	20	20	18	16	14	12	9	6	3																						
21	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	11	9	6	3																					
22	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	13	11	8	6	3																				
23	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2																					
24	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	12	10	8	5	2																			
25	32	30	28	28	28	26	26	24	24	22	22	22	20	18	18	16	14	14	12	10	7	5	2																	
26	32	30	28	28	28	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	9	7	5	2																
27	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	22	20	20	18	16	16	14	13	11	9	7	5	2															
28	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	14	12	11	9	7	4	2															
29	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	20	20	18	18	16	14	14	12	10	8	6	4	2													
30	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	12	10	8	6	4	2												
31	32	30	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	11	10	8	6	4	2												
32	32	30	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	14	13	11	9	8	6	4	2											
33	32	30	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	16	16	14	14	12	11	9	7	6	4	1										
34	32	30	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	16	16	14	13	12	10	9	7	5	3	1								
35	32	30	30	28	28	28	26	26	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	5	3	1							
36	32	30	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	13	11	10	8	7	5	3	1							
37	32	30	30	30	28	28	28	26	26	26	24	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	12	11	10	8	7	5	3	1					
38	32	30	30	30	28	28	28	26	26	26	26	24	24	24	22	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	5	3	1				

付表-11 スギ細り表(胸高直径36cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
21	32	32	30	30	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	9	6	3																				
22	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3																				
23	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	11	9	6	3																		
24	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	11	8	6	3																		
25	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	12	10	8	5	2																
26	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	12	10	8	5	2																
27	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	14	12	10	7	5	2																
28	34	32	30	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	13	11	9	7	5	2														
29	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	18	16	16	14	13	11	9	7	4	2													
30	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	16	14	12	11	9	7	4	2													
31	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	12	10	8	6	4	2														
32	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	16	14	13	12	10	8	6	4	2												
33	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	22	20	18	18	16	16	14	13	11	10	8	6	4	2											
34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	22	20	18	18	16	14	14	13	11	9	8	6	4	2											
35	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	16	14	14	12	11	9	7	6	4	2											
36	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	16	14	13	12	11	9	7	6	4	2											
37	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	16	14	14	13	12	10	9	7	6	4	2										
38	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	16	14	14	13	11	10	9	7	5	3	1										

付表-12 スギ細り表(胸高直径38cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
22	34	34	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	12	10	6	3																				
23	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	9	6	3																			
24	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	18	16	14	11	9	6	3																		
25	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	11	8	6	3																	
26	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2																		
27	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	10	8	5	2																	
28	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	16	14	12	10	8	5	2																	
29	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	14	12	10	7	5	2																
30	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	13	11	9	7	5	2															
31	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	13	11	9	7	4	2													
32	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	12	11	9	7	4	2														
33	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	14	12	10	8	6	4	2														
34	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	12	10	8	6	4	2														
35	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	13	11	10	8	6	4	2													
36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	13	11	9	8	6	4	2													
37	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	14	12	11	9	7	6	4	2												
38	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	14	12	11	9	7	5	3	1												



付表-15 スギ細り表(胸高直径44cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
25	40	40	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	24	22	20	18	14	13	10	7	3																	
26	40	40	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3																
27	40	40	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3															
28	40	40	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	22	20	18	16	14	12	9	6	3															
29	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3														
30	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	30	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2												
31	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2												
32	40	40	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	20	18	16	14	12	10	8	5	2										
33	40	40	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	18	16	14	12	10	7	5	2										
34	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	10	7	5	2									
35	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	32	30	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	20	18	16	14	13	11	9	7	5	2							
36	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	30	28	28	26	26	26	24	22	22	20	20	18	16	14	13	11	9	7	4	2						
37	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	13	11	9	7	4	2					
38	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	30	28	28	26	26	26	26	24	24	22	20	20	18	16	16	14	12	11	9	6	4	2				

付表-16 スギ細り表(胸高直径46cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37					
25	42	40	40	38	38	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3																		
26	42	42	40	38	38	36	36	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3																	
27	42	42	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	24	22	20	18	14	12	10	6	3																
28	42	42	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3															
29	42	42	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3														
30	42	42	40	38	36	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	22	22	20	18	16	14	11	9	6	3														
31	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	20	20	18	16	13	11	8	6	2												
32	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2												
33	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2											
34	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2											
35	42	42	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	18	16	14	12	10	7	5	2									
36	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	12	9	7	5	2						
37	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	13	11	9	7	5	2						
38	42	42	40	40	38	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	20	20	18	16	14	13	11	9	7	4	2					

付表-17 スギ細り表(胸高直径48cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37									
26	44	42	42	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	14	10	7	3																					
27	44	42	42	40	40	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3																				
28	44	44	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	14	13	10	6	3																			
29	44	44	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	16	14	12	9	6	3																			
30	44	44	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3																	
31	44	44	42	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3																
32	44	44	42	42	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	22	22	20	18	16	14	11	8	6	3															
33	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	18	14	13	11	8	5	2															
34	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2														
35	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2													
36	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	20	20	18	16	14	12	10	8	5	2											
37	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	18	16	14	12	10	7	5	2										
38	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	36	34	34	34	32	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	22	20	18	16	16	14	12	9	7	5	2									

付表-18 スギ細り表(胸高直径50cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37														
26	46	44	44	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3																										
27	46	44	44	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	26	24	22	18	16	14	11	7	3																									
28	46	44	44	42	42	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3																								
29	46	44	44	42	42	40	40	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3																							
30	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	14	12	9	6	3																						
31	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3																					
32	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	34	32	30	30	28	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3																				
33	46	46	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	24	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3																			
34	46	46	44	44	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2																			
35	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2																		
36	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2																
37	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	30	28	28	26	24	22	22	20	18	16	14	12	10	8	5	2															
38	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	22	20	20	18	16	14	12	10	7	5	2														

付表-19 スギ細り表(胸高直径52cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
26	48	46	46	44	42	42	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	22	20	18	14	11	8	4														
27	48	46	46	44	42	42	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3													
28	48	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	18	16	14	11	7	3												
29	48	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3											
30	48	46	46	44	44	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3										
31	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	14	13	10	6	3									
32	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	24	22	20	16	14	12	9	6	3								
33	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3							
34	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	28	26	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3						
35	48	48	46	44	44	42	42	40	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	24	24	22	20	18	16	14	11	8	6	2					
36	48	48	46	46	44	42	42	42	40	40	38	38	36	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	22	20	18	16	13	11	8	5	2				
37	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	13	11	8	5	2			
38	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	34	32	32	30	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	13	10	8	5	2		

付表-20 スギ細り表(胸高直径54cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
26	50	48	46	46	44	42	42	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	20	18	14	12	8	4															
27	50	48	46	46	44	42	42	40	40	38	36	36	34	32	32	30	28	26	22	20	18	14	11	8	4														
28	50	48	48	46	44	44	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3													
29	50	48	48	46	44	44	42	42	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3												
30	50	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	28	28	26	24	20	18	16	13	10	7	3											
31	50	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	24	22	20	18	16	13	10	7	3										
32	50	48	48	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	14	13	10	6	3									
33	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	24	22	20	18	14	12	9	6	3									
34	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3							
35	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	36	34	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3						
36	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3						
37	50	50	48	46	46	44	44	42	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	30	28	26	24	24	22	20	18	16	13	11	8	5	2				
38	50	50	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	28	26	24	22	22	20	18	14	13	11	8	5	2				

付表-21 スギ細り表(胸高直径56cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																														
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37											
26	52	50	48	48	46	44	42	42	40	40	38	36	34	32	32	30	26	24	22	18	16	12	8	4																							
27	52	50	48	48	46	44	44	42	40	40	38	36	36	34	32	30	28	26	24	22	18	14	12	8	4																						
28	52	50	48	48	46	44	44	42	42	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	20	18	14	11	8	4																					
29	52	50	50	48	46	46	44	42	42	40	40	38	36	36	34	32	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3																				
30	52	50	50	48	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3																			
31	52	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	38	38	36	36	34	32	30	28	26	24	22	18	16	14	10	7	3																			
32	52	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	26	22	20	18	16	13	10	7	3																	
33	52	50	50	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	13	10	6	3																	
34	52	50	50	48	48	46	46	44	42	42	42	40	40	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	14	12	9	6	3															
35	52	50	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	30	28	26	26	24	22	20	16	14	12	9	6	3															
36	52	52	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3													
37	52	52	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	14	11	9	6	3														
38	52	52	50	48	48	46	46	44	44	42	42	42	40	40	38	38	36	36	34	34	32	32	30	28	26	26	24	22	20	18	16	14	11	8	6	3											

付表-22 スギ細り表(胸高直径58cm)

樹高 (m)	地上高(m)																																																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37														
26	54	52	50	48	48	46	44	44	42	40	40	38	36	34	32	30	28	26	22	20	16	13	9	4																										
27	54	52	50	48	48	46	44	44	42	42	40	38	36	36	34	32	30	28	24	22	18	16	12	8	4																									
28	54	52	50	50	48	46	46	44	42	42	40	38	38	36	34	32	30	28	26	24	22	18	14	12	8	4																								
29	54	52	50	50	48	46	46	44	44	42	40	40	38	36	36	34	32	30	28	26	24	20	18	14	11	8	4																							
30	54	52	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	38	38	36	34	32	30	28	26	24	20	18	14	11	7	3																							
31	54	52	52	50	48	48	46	44	44	42	42	40	40	38	36	36	34	32	30	28	26	24	22	20	16	14	11	7	3																					
32	54	52	52	50	48	48	46	46	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	22	18	16	14	10	7	3																				
33	54	52	52	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	38	38	36	36	34	32	30	30	28	26	24	20	18	16	13	10	7	3																			
34	54	52	52	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	13	10	6	3																		
35	54	52	52	50	50	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	24	22	20	18	14	13	10	6	3																	
36	54	52	52	50	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	16	14	12	9	6	3																
37	54	52	52	50	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	36	34	32	32	30	28	26	26	24	22	18	16	14	12	9	6	3															
38	54	54	52	50	50	48	48	46	46	44	44	42	42	40	40	38	38	36	34	34	32	30	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9	6	3															

付表-23 ヒノキ細り表(胸高直径16cm)

樹高 (m)	地上高(m)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
14	14	13	13	12	11	11	10	9	7	6	4	2						
15	14	13	13	12	12	11	10	9	8	7	5	4	2					
16	14	14	13	12	12	11	10	10	9	8	6	5	3	1				
17	14	14	13	12	12	11	11	10	9	8	7	6	5	3	1			
18	14	14	13	13	12	12	11	10	10	9	8	7	6	4	3	1		
19	14	14	13	13	12	12	11	11	10	9	9	8	7	5	4	3	1	

付表-24 ヒノキ細り表(胸高直径18cm)

樹高 (m)	地上高(m)																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
14	16	14	14	14	13	12	11	10	8	7	4	2								
15	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	6	4	2							
16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	7	6	4	2						
17	16	14	14	14	14	13	12	11	11	10	8	7	5	4	2					
18	16	14	14	14	14	13	12	12	11	10	9	8	7	5	3	1				
19	16	16	14	14	14	13	13	12	11	11	10	9	8	6	5	3	1			
20	16	16	14	14	14	13	13	12	12	11	10	9	8	7	6	5	3	1		
21	16	16	14	14	14	14	13	13	12	11	11	10	9	8	7	6	4	3	1	

付表-25 ヒノキ細り表(胸高直径20cm)

樹高 (m)	地上高(m)																						
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
14	18	16	16	14	14	13	12	11	9	7	5	2											
15	18	16	16	16	14	14	13	12	10	9	7	5	2										
16	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	8	6	4	2									
17	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2								
18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	7	6	4	2							
19	18	16	16	16	14	14	14	14	13	12	11	10	9	7	5	4	1						
20	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	11	11	9	8	7	5	3	1					
21	18	16	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	8	6	5	3	1				
22	18	18	16	16	16	14	14	14	14	13	12	12	11	10	9	8	6	5	3	1			
23	18	18	16	16	16	14	14	14	14	13	13	12	11	10	9	8	7	6	4	3	1		
24	18	18	16	16	16	16	14	14	14	14	13	12	12	11	10	9	8	7	6	4	3	1	

付表-26 ヒノキ細り表(胸高直径22cm)

樹高 (m)	地上高(m)																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
14	20	18	18	16	16	14	14	12	10	8	6	3												
15	20	18	18	16	16	14	14	13	11	10	8	5	2											
16	20	18	18	16	16	16	14	14	12	11	9	7	5	2										
17	20	18	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	5	2									
18	20	18	18	18	16	16	14	14	14	13	11	10	8	6	4	2								
19	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2							
20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	10	9	8	6	4	2						
21	20	18	18	18	16	16	16	16	14	14	13	12	11	10	9	7	5	4	1					
22	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	8	7	5	3	1			
23	20	18	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	12	10	9	8	7	5	3	1			
24	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	6	5	3	1		
25	20	18	18	18	18	16	16	16	16	14	14	14	13	13	12	11	10	9	7	6	5	3	1	

付表-27 ヒノキ細り表(胸高直径24cm)

樹高 (m)	地上高(m)																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
14	22	20	20	18	16	16	14	13	11	9	6	3												
15	22	20	20	18	18	16	16	14	13	11	8	6	3											
16	22	20	20	18	18	16	16	14	14	12	10	8	5	2										
17	22	20	20	18	18	16	16	16	14	13	11	10	7	5	2									
18	22	20	20	18	18	18	16	16	14	14	12	11	9	7	5	2								
19	22	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	4	2							
20	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	11	10	8	6	4	2						
21	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	12	11	10	8	6	4	2					
22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2				
23	22	20	20	20	18	18	18	18	16	16	14	14	14	13	12	10	9	7	6	4	1			
24	22	20	20	20	18	18	18	18	16	16	16	14	14	13	12	11	10	9	7	5	3	1		
25	22	20	20	20	20	18	18	18	16	16	16	14	14	14	13	12	11	10	8	7	5	3	1	

付表-28 ヒノキ細り表(胸高直径26cm)

樹高 (m)	地上高(m)																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
14	22	22	20	20	18	18	16	14	12	10	7	3												
15	24	22	20	20	18	18	16	14	14	12	9	6	3											
16	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	9	6	3										
17	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	12	10	8	6	3									
18	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	14	12	10	8	5	2								
19	24	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	13	11	9	7	5	2							
20	24	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	12	11	9	7	5	2						
21	24	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	13	12	10	9	7	4	2					
22	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	13	12	10	8	6	4	2				
23	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	11	10	8	6	4	2			
24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	16	16	14	14	13	12	11	9	8	6	4	2		
25	24	22	22	22	20	20	20	18	18	18	18	16	16	14	14	13	12	10	9	7	6	4	1	

付表-29 ヒノキ細り表(胸高直径28cm)

樹高 (m)	地上高(m)																							
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
14	24	24	22	22	20	18	16	16	13	11	7	4												
15	24	24	22	22	20	20	18	16	14	13	10	7	3											
16	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	12	9	6	3										
17	26	24	22	22	22	20	18	18	16	14	13	11	9	6	3									
18	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	8	6	3								
19	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	12	10	8	5	2							
20	26	24	24	22	22	20	20	20	18	18	16	14	14	12	10	8	5	2						
21	26	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	11	9	7	5	2					
22	26	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	14	14	13	11	9	7	5	2				
23	26	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	12	10	9	7	4	2			
24	26	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	18	16	16	14	13	12	10	8	6	4	2		
25	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	14	13	11	10	8	6	4	2	

付表-30 ヒノキ細り表(胸高直径30cm)

樹高 (m)	地上高(m)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
15	26	26	24	24	22	20	20	18	16	14	11	7	4												
16	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	10	7	3											
17	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	12	10	7	3										
18	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	12	9	6	3										
19	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	16	14	13	11	9	6	3								
20	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	11	8	5	2							
21	28	26	26	24	24	22	22	22	20	20	18	16	16	14	12	10	8	5	2						
22	28	26	26	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	14	13	12	10	7	5	2					
23	28	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	16	16	14	13	11	9	7	5	2					
24	28	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	11	9	7	4	2			
25	28	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	18	18	16	16	14	14	12	10	9	7	4	2		
26	28	26	26	24	24	24	22	22	22	20	20	20	18	18	16	16	14	13	12	10	8	6	4	2	

付表-31 ヒノキ細り表(胸高直径32cm)

樹高 (m)	地上高(m)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
15	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	12	8	4												
16	28	28	26	26	24	22	22	20	18	16	14	11	7	4											
17	28	28	26	26	24	24	22	20	18	18	14	13	10	7	3										
18	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	10	7	3									
19	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	12	9	6	3								
20	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	18	16	16	14	11	9	6	3							
21	28	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	13	11	8	6	3						
22	28	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	10	8	5	2					
23	30	28	28	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	16	16	14	12	10	8	5	2				
24	30	28	28	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	14	13	12	10	7	5	2			
25	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	22	20	20	18	16	16	14	13	11	9	7	5	2		
26	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	20	18	18	16	16	14	13	11	9	7	4	2	

付表-32 ヒノキ細り表(胸高直径34cm)

樹高 (m)	地上高(m)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
15	30	30	28	26	26	24	22	20	18	14	12	9	4												
16	30	30	28	26	26	24	22	22	20	16	14	12	8	4											
17	30	30	28	28	26	24	24	22	20	18	16	14	11	8	4										
18	30	30	28	28	26	26	24	22	22	20	18	16	13	10	7	3									
19	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	13	10	7	3								
20	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	9	6	3							
21	30	30	28	28	26	26	26	24	22	22	20	18	18	16	14	12	9	6	3						
22	30	30	28	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	11	9	6	3					
23	30	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	14	13	11	8	5	2				
24	30	30	30	28	28	26	26	24	24	24	22	22	20	18	18	16	14	12	10	8	5	2			
25	30	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	22	20	20	18	16	16	14	12	10	8	5	2		
26	32	30	30	28	28	26	26	26	24	24	24	22	22	20	18	18	16	14	13	12	9	7	5	2	

付表-33 ヒノキ細り表(胸高直径36cm)

樹高 (m)	地上高(m)																								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
15	32	30	30	28	26	26	24	22	18	16	13	9	4												
16	32	32	30	28	28	26	24	22	20	18	16	12	9	4											
17	32	32	30	28	28	26	24	24	22	20	18	14	12	8	4										
18	32	32	30	28	28	26	26	24	22	20	18	16	14	11	8	4									
19	32	32	30	30	28	26	26	24	24	22	20	18	16	13	10	7	3								
20	32	32	30	30	28	28	26	26	24	22	20	20	18	14	13	10	7	3							
21	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	20	18	16	14	12	10	6	3						
22	32	32	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	12	9	6	3					
23	32	32	30	30	28	28	28	26	26	24	24	22	20	18	18	16	14	11	9	6	3				
24	32	32	30	30	30	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	16	14	13	11	8	6	2			
25	32	32	30	30	30	28	28	26	26	26	24	24	22	20	20	18	16	14	13	10	8	5	2		
26	32	32	32	30	30	28	28	28	26	26	24	24	22	22	20	18	18	16	14	12	10	8	5	2	

資料

## 組織培養によるコナラのクローン増殖

茂木靖和

キーワード：コナラ，組織培養，GA<sub>3</sub>，糖，増殖

### I はじめに

近年，岐阜県においてナラ枯れによるコナラの被害が拡大し，問題となっている。現在のところ，有効な対策が確立されておらず，被害の抑制には多方面からの検討が必要と思われる。その一つに，松枯れでも行われている抵抗性個体の選抜が考えられる。

コナラの被害林分には，カシノナガキクイムシの穿孔を受けて，枯れる個体や枯れない個体が存在する（黒田，2008）。枯れる個体はナラ枯れに対する感受性が，枯れない個体はナラ枯れ抵抗性が，高い可能性がある。しかし，コナラにナラ枯れ抵抗性があるかどうかは確認されておらず，これを明らかにするには検定などが必要である。病虫害抵抗性に関する検定では，クローン苗に病原菌などを人工接種する方法が行われている（栄花，1998）。しかし，コナラは挿し木やつぎ木が困難な樹種といわれており（最新バイオテクノロジー全書編集委員会，1989），クローン苗の育成が容易でない。そこで，これらに代わるクローン増殖法として，組織培養を検討した。

本報告では，カシノナガキクイムシの穿孔を受け，樹冠部の葉が萎凋状態にあったコナラの萌芽枝の腋芽を材料に用いて，効率的にシュートを増殖させる培地条件を検討した。

### II 実験方法

#### 1. 各試験における共通条件

培地で使用されるサッカロースは一級を用いた。トレハロースは食品添加物を用いた。BAP，GA<sub>3</sub>は生化学用を用いた。その他の試薬は特級を用いた。

各試験で配合した培地は，オートクレーブで121℃，1.2気圧で20分間殺菌を行った後，クリーンベンチ内でφ90mm深さ20mmの滅菌シャーレに約20mL分注して用いた。

培養条件は25℃，照度4000Lux，16時間照明とした。

#### 2. 初代培養

##### (1) 材料および殺菌条件

材料には，2007年8月22日に岐阜県池田町で，カシノナガキクイムシの穿孔を受け樹冠部の葉が萎凋状態にあったコナラの根元から発生した萌芽枝の腋芽を用いた。萌芽枝は，採取した当日に葉柄を一部残し10～20mm程度に切断し，殺菌処理として70%エタノールに1分，1%アンチホルミンに10分浸漬した。次に，クリーンベンチ内でこれを滅菌水で3回洗浄した後，枝と葉柄の端を切り返して，培地に1個づつ挿し付けた。

##### (2) 培地条件および調査方法

培地には，BAP0.2mg/L，糖（サッカロースまたはトレハロース）20g/Lを加えてpH5.8に調整したWP培地（最新バイオテクノロジー全書編集委員会，1989）に，گرانガム2g/Lを添加した。

培養開始18日目に，雑菌発生の有無，シュート伸長の有無を調査した。供試数は10個である。

#### 3. 継代培養

初代培養によって得られたシュートを，継代培養により維持・増殖のための条件を明らかにすることは，無菌材料の周年確保，増殖効率が高ければ大量増殖に繋がるといった利点があるので，検討した。

初代培養で得られたシュートを茎頂または腋芽を含むように3～10mmに切り分けて，初代培養と同一条件の培地に6～7個挿し付けて，2代培養を行った。これ以降も，先代の培養で得られたシュートを茎頂または腋芽を含むように3～10mmに切り分けて，同一条件の培地に6～12個挿し付けて継代培養を行い，17代培養（通算培養日数：446日）まで繰り返した。

\* 本研究の一部は，日本森林学会第120回大会（2009年3月）において発表した。

2, 5, 15, 17代培養終了時に各シュートの茎頂あるいは腋芽から発生した最大のシュート伸長量（以下、シュート伸長量）、次回の継代培養で分割可能な3mm以上のシュートの数、枯死個体数を調査した。供試数は6～18個である。

#### 4. 発根に用いるシュートを効率的に得るための培地条件の検討

クローン苗を育成するには、シュートから発根させる必要がある。コナラの発根には、少なくとも5～10mm程度のシュートが用いられている（最新バイオテクノロジー全書編集委員会, 1989）。今回は、7mm以上伸長したものを発根に用いるシュートとした。ここでは、被子植物の茎成長を促進するとされるジベレリン（神阪ら, 1994）の添加、およびチャなどで腋芽の成長や不定芽分化に影響することが報告されている糖の種類・濃度（中村, 1990）を検討した。

##### (1) GA<sub>3</sub>の添加および糖の種類がシュート増殖に及ぼす影響

培地には、BAPO.2mg/L、ジベレリン（0または0.5mg/L）、糖（サッカロースまたはトレハロース）20g/Lを加えてpH5.8に調整したWP培地に、ゲランガム2g/Lを添加した。ジベレリンにはGA<sub>3</sub>を用いた。供試材料には、「3. 継代培養」で得られたシュートを茎頂又は腋芽を含むように3～10mmに切り分けて用いた。各培地には、切り分けたシュートを9個挿し付けた。

培養開始25日後に、シュート伸長量、7mm以上伸長したシュートの数、枯死個体数を調査した。供試数は18個である。

##### (2) 糖濃度がシュート増殖に及ぼす影響

(1)で、BAPO.2mg/L、GA<sub>3</sub>0.5mg/L、糖（サッカロース又はトレハロース）20g/Lを加えてpH5.8に調整したWP培地に、ゲランガム2g/Lを溶かし込んだ培地で得られたシュートを、茎頂又は腋芽を含むように3～10mmに切り分けて、同一条件の培地で継代培養を繰り返した。ここで得られたシュートを同様に切り分けて、糖濃度のみを変更した三種類の培地で培養した。培地の糖濃度が20g/Lの試験区を20区、30g/Lの試験区を30区、40g/Lの試験区を40区とする。この後、それぞれの糖濃度の培地で二回の継代培養を行った。各培地には、切り分けたシュートを10個挿し付けた。

各培養の終了時（培養期間：21～41日）にシュート伸長量、7mm以上伸長したシュートの数を調査した。供試数は10個である。

### III 結果と考察

#### 1. 初代培養

雑菌は20個体中12個体に発生した（表-1）。シュートは糖がサッカロースの培地で10個体中1個体に、トレハロースの培地で10個体中2個体に発生した（表-1）。70%エタノールに1分、1%アンチホルミンに10分浸漬の条件で殺菌を行うことにより、8月の材料採取にもかかわらず無菌のシュートを得ることが可能であった。

組織培養では一般に、野外に生育している個体の組織を直接採取し、殺菌してから培養に供するが、その場合、春先の時期を逃すと、7月には雑菌類による汚染が90%以上に達し、培養系からの除去が極めて困難となる（引田, 1991）。このため、コナラの腋芽培養では、4月下旬から入梅前の枝・萌芽枝（最新バイオテクノロジー全書編集委員会, 1989）や、屋内で水さした丸太から発生した萌芽枝（引田, 1991）といった、発生してからの経過時間が短い枝を材料に用いると良いとされている。

カシノナガキクイムシの穿孔を受けて葉の萎凋・変色や枯死に至る個体は、梅雨明け後、7月中旬から8月にかけて発生するものが多いとされ、これらの中には、樹幹基部から萌芽枝の発生するものがあるといわれている（黒田, 2008）。今回、培養に用いた樹冠部の葉が萎凋状態にあったコナラの萌芽枝は、採取時期が8月下旬であり、屋外に生育している個体から直接材料を採取して培養を行う場合に殺菌が困難な時期であったが、枝が発生してからの経過時間が短かったため、雑菌の発生しない個体が得られたと考えられる。

表-1 初代培養の結果

培地*の糖の種類	供試数(個)	シュート発生個体数(個)	雑菌発生個体数(個)	培養期間(日)
サッカロース	10	1	6	18
トレハロース	10	2	6	18

\*表に記載以外の培地条件は、基本培地:WP、BAP:0.2mg/L、糖濃度:20g/L、ゲランガム:2g/L。

#### 2. 継代培養

シュート伸長量は、サッカロースでは4.7～10.6mm、トレハロースでは7.0～8.8mmであった。3mm以上のシュート数は、サッカロースでは1.1～3.4個、トレハロースでは1.6～3.0個であった（表-2）。

コナラの継代培養では、引田（1991）がBAPO.5mg/L、NAAO.02mg/Lを加えたWP培地で6代（通算培養期間：

約200日)まで、維持・増殖できたことを報告している。今回は、初代～17代(通算培養期間:446日)まで、同一の培地条件(BAP0.2mg/L,糖(サッカロース又はトレハロース)20g/Lを加えたWP培地に、ゲランガム2g/Lを溶かし込んだもの)で、個体の維持・増殖が可能であった。

表-2 継代培養の結果

項目	培地*の糖の種類	2代	5代	15代	17代
平均値	シュート伸長量(mm)				
	サッカロース	6.0	10.6	5.5	4.7
	トレハロース	7.2	7.6	7.0	8.8
	3mm以上シュート数(個)				
枯死個体数(個)	サッカロース	1.9	3.4	1.4	1.1
	トレハロース	2.0	3.0	1.6	2.3
枯死個体数(個)	サッカロース	0	2	0	0
	トレハロース	0	2	2	0
供試数(個)	サッカロース	7	18	18	12
	トレハロース	6	18	18	10
培養期間(日)		16	32	24	28

\*表に記載以外の培地条件は、基本培地:WP、BAP:0.2mg/L、糖濃度:20g/L、ゲランガム:2g/L。

### 3. 発根に用いるシュートを効率的に得るための培地条件の検討

#### (1) GA<sub>3</sub>の添加および糖の種類がシュート増殖に及ぼす影響

シュート伸長量については、当代および一代前までの培地の糖の種類に関わらず当代にGA<sub>3</sub>0.5mg/Lを添加した場合に12.2~17.3mmと大きく、GA<sub>3</sub>を添加しなかった場合に4.5~7.0mmと小さかった(表-3)。当代培地におけるGA<sub>3</sub>添加の有無と当代または一代前までの培地における糖の種類とのあいだには、二元配置の分散分析の結果、共にGA<sub>3</sub>添加の有無において1%水準で有意な差があった。また、当代の培地条件が同一の場合、一代前までの培地の糖がサッカロースよりもトレハロースの時にシュート伸長量が大きかった(表-3)。7mm以上のシュート数については、当代および一代前までの培地の糖の種類に関わらずGA<sub>3</sub>0.5mg/Lを添加した場合に0.5~1.4個と多く、GA<sub>3</sub>を添加しな

表-3 GA<sub>3</sub>施用と糖の種類がシュートの増殖に及ぼす影響

一代前までの培地条件*	当代の培地条件*		平均値		枯死個体数(個)
	GA <sub>3</sub> (mg/L)	糖の種類	シュート伸長量(mm)	7mm以上シュート数(個)	
サッカロース	-	サッカロース	5.5	0.4	0
	0.5	サッカロース	12.2	0.9	2
	-	トレハロース	4.5	0.4	7
	0.5	トレハロース	12.3	0.5	5
トレハロース	-	サッカロース	6.0	0.3	0
	0.5	サッカロース	15.7	1.0	0
	-	トレハロース	7.0	0.4	2
	0.5	トレハロース	17.3	1.4	0

\*表に記載以外の培地条件は、基本培地:WP、BAP:0.2mg/L、糖濃度:20g/L、ゲランガム:2g/L。培養期間:25日、供試数:18個

かった場合に0.3~0.4個と少なかった(表-3)。当代培地におけるGA<sub>3</sub>添加の有無と糖の種類とのあいだには、二元配置の分散分析の結果、GA<sub>3</sub>添加の有無において1%水準で有意な差があった。枯死個体数は、一代前までの培地の糖がサッカロース、当代培地の糖がトレハロースの時に5~7個と、GA<sub>3</sub>0.5mg/L添加の有無にかかわらず多かった(表-3)。

以上のことから、発根に用いる7mm以上のシュートを効率的に得るには、BAP0.2mg/L、トレハロース20g/Lを加えたWP培地で培養し続けた後に、BAP0.2mg/L、GA<sub>3</sub>0.5mg/L、サッカロース又はトレハロース20g/Lを加えたWP培地に継代する方法が有効と考えられる。

コナラの増殖におけるGA<sub>3</sub>添加の影響は、BAPとの併用で効果が報告されている。子葉の付いた胚軸の培養では上胚軸の発生(引田,1991)に、腋芽培養では不定芽誘導(川尻ら,1993)に有効であった。今回は、BAP0.2mg/L、GA<sub>3</sub>0.5mg/Lを併用することにより、シュート伸長量および7mm以上のシュート数に効果が確認された。

これまで、コナラの組織培養で用いられる糖はほとんどがサッカロース20~30g/Lであった(最新バイオテクノロジー全書編集委員会,1989;井出ら,1987;川尻ら,1993)。糖をフルクトース、グルコース、キシロース、マンニトールに変更した培地で培養も行われたが、シュート形成率が最も高かったのは、サッカロースであった(引田,1991)。今回、当代の培地条件が同一の場合、一代前までの培地の糖がサッカロースよりもトレハロースの時にシュート伸長量が大きかった。また、一代前までの培地の糖がトレハロース、当代培地の糖がトレハロースでGA<sub>3</sub>0.5mg/Lを添加した場合に、シュート伸長量が最も大きく、7mm以上のシュート数が最も多かった(表-3)。これらのことから、糖濃度が20g/Lの場合、シュート増殖に用いる培地の糖には、サッカロースよりもトレハロースが適すると考えられる。

#### (2) 糖濃度がシュート増殖に及ぼす影響

糖がサッカロースの場合には、濃度が高くなるにしたがい、シュート伸長量が小さく、7mm以上のシュート数が少なかった(表-4)。同一サッカロース濃度で継代培養を繰り返すと、30および40g/Lではシュート伸長量が小さく、7mm以上のシュート数が少なくなり、三代繰り返すとシュート伸長がみられなくなった(表-4)。

糖がトレハロースの場合には、濃度が高くなるにしたがい、シュート伸長量が大きく、7mm以上のシュート数が多かった(表-5)。同一トレハロース濃度で

表-4 サッカロース濃度がシュートの増殖に及ぼす影響

試験区*	シュート伸長量**(mm)		
	[7mm以上シュート数**(個)]		
	1代目	2代目	3代目
20区	14.3	8.7	12.2
	[1.1]	[0.6]	[0.9]
30区	7.6	1.4	0.0
	[0.6]	[0.0]	[0.0]
40区	4.9	3.4	0.0
	[0.4]	[0.1]	[0.0]
培養期間(日)	33	21	41

\*各試験区の糖濃度は20区:20g/L、30区:30g/L、40区:40g/L  
糖濃度以外の培地条件は、基本培地:WP、BAPO.2mg/L、GA<sub>3</sub>0.5mg/L、  
ゲランガム:2g/L。供試数:10個

\*\*平均値を示した。

継代培養を繰り返した時も、濃度が高くなるにしたがい、シュート伸長量が大きかった(表-5)。

引田(1991)は、シュート伸長量と腋芽数から、コナラの腋芽培養において最適サッカロース濃度が20~50g/Lとしている。今回はサッカロース濃度が30および40g/Lでは、20g/Lよりもシュート伸長量が小さく、7mm以上シュート数が少なくなり、結果が異なった。糖がトレハロースの場合は、糖濃度が高くなるにしたがいシュート伸長量が大きかった。特に40g/Lで継代培養を繰り返した時のシュート伸長量は、20.4~24.6mmで20又は30g/Lで培養した時よりも大きかった。また、7mm以上のシュート数は、糖濃度の違いによる差が明らかでなかった。これらのことから、糖濃度が20~40g/Lの場合、シュート増殖に用いる培地の糖には、トレハロース40g/Lが適すると考えられる。

表-5 トレハロース濃度がシュートの増殖に及ぼす影響

試験区*	シュート伸長量**(mm)		
	[7mm以上シュート数**(個)]		
	1代目	2代目	3代目
20区	8.7	14.6	13.4
	[0.6]	[1.3]	[0.8]
30区	10.3	15	14.8
	[0.7]	[1.0]	[0.8]
40区	12.5	24.6	20.4
	[1.1]	[1.0]	[1.2]
培養期間(日)	28	28	36

\*各試験区の糖濃度は20区:20g/L、30区:30g/L、40区:40g/L  
糖濃度以外の培地条件は、基本培地:WP、BAPO.2mg/L、GA<sub>3</sub>0.5mg/L、  
ゲランガム:2g/L。供試数:10個

\*\*平均値を示した。

## 引用文献

- 引田裕之(1991) コナラの組織培養による種苗生産に関する研究. 茨城県林試研報19:1-53.
- 井出雄二・山本茂弘(1987) コナラの芽生えから分離したえき芽の培養による幼植物体の再生. 日林誌69:109-112.
- 神阪盛一郎・宮本健助(1994) 茎の成長と分化. (植物ホルモンハンドブック [上]. 高橋信孝・増田芳雄, 655pp, 培風館, 東京). 84-88.
- 川尻秀樹・茂木靖和(1993) 組織培養によるコナラの増殖技術の開発. 岐阜県林セ研報21:19-40.
- 黒田慶子(2008) ナラ枯れと里山の健康. 166pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 中村順行(1990) チャの組織培養における不定芽形成と腋芽の生育に及ぼす糖の影響. 静岡茶試研報15:1-5.
- 最新バイオテクノロジー全書編集委員会(1989) 木本植物の増殖と育種. 269pp, 農業図書, 東京.
- 栄花茂(1998) 育種. (林業技術ハンドブック. 全国林業改良普及協会, 1969pp, 全国林業改良普及協会, 東京). 687-711.

資料

## ナラ枯れ被害木を利用した菌床栽培における 子実体発生への影響

上辻久敏・茂木靖和

キーワード：ナラ枯れ被害木，食用キノコ，子実体発生

### I はじめに

全国で栽培されている食用キノコの大部分が菌床栽培で行われている。菌床栽培の基材となるオガコに関して、素材生産量の減少から入手に不安を抱えている地域も存在する。特に広葉樹では、樹種別の調達や安定供給の面で針葉樹よりも不安定な要素を抱えている。菌床栽培されている食用キノコの中でヒラタケやエリンギなどでは、菌床の基材として広葉樹だけでなくスギのような針葉樹も利用可能であるが、ナメコやシイタケでは、栽培に適するオガコが広葉樹だけである。菌床で栽培されるキノコにとっては、オガコの安定供給とオガコに代わる安価な資材が要望されており、研究機関では様々な検討が行われている（水谷，2006；高島，1998）。

現在、ミズナラやコナラなどのブナ科の広葉樹が枯れるナラ類萎凋病（通称、ナラ枯れ）と呼ばれる被害が発生しており、広葉樹オガコの調達へ直接的な影響はまだ報告されていないが、今後、調達への影響が懸念される。ナラ枯れは、養菌性キクイムシであるカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) が伝播する病原菌のラファエレア菌 (*Raffaelea quercivora*) により道管の通水機能を失ったブナ科樹木が萎凋枯死する現象である。この被害は、1980年代以降急速に拡大し（伊藤・山田，1998）、2007年までに岐阜県を含む23府県で被害が確認されている（小林・野崎，2009）。主に被害を受けるのはミズナラとコナラであり、コナラよりもミズナラの枯死率が高いことが報告されている（小林ら，2001）。

岐阜県では食用キノコの菌床栽培に用いている広葉樹に占めるコナラの割合が高いことから、今後ナラ枯れで枯死した被害木が栽培用オガコに混入する可能性がある。そこで、ナラ枯れ被害木を利用した菌床栽培における子実体発生量への影響を明らかにするため、4種の主要栽培食用キノコについて栽培試験を行った。

### II 材料と方法

#### 1. 供試菌

供試菌には市販種菌であるヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (キノックスH67号)、エリンギ *Pleurotus eryngii* (キノックスKX-EG109号)、ナメコ *Pholiota nameko* (キノックスKX-N008号)、シイタケ *Lentinus edodes* (北研600号) を用いた。

#### 2. 供試培地

培地基材として、主にナラ枯れ被害を受けるコナラとミズナラを用いた。それぞれの樹種に関して岐阜県内のナラ枯れにより2008年に枯死した被害木と無被害の健全木を2009年1月に伐木後、オガコ製造機で粉碎した。粉碎後オガ粉の粒度調整は行わず、野外にて1日乾燥させ試験に使用した。培地は栄養源として米ヌカを基材に対して容積比10：2の割合で混合し、水を添加して含水率を65%に調整した。これらをヒラタケ、エリンギはポリプロピレン(PP)製800ccビン、ナメコはポリプロピレン(PP)製広口ビンに560～570g充填した。シイタケは、調整した培地を1kg PP袋に充填し直方体に成形して栽培試験を行った。殺菌は120℃で90分間行い放冷後、供試菌を1ビンあたり約10g接種した。

試験は、コナラとミズナラの2樹種についてそれぞれ健全木と被害木の4条件の培地で行った。各培地条件当たりの供試数は7本とした。

#### 3. 栽培条件

すべての培地は、接種後に温度21℃、相対湿度60%、暗黒条件下で培養した。培養期間と発生操作の方法は、表-1に示した。発生操作後はすべての培地を温度16℃、相対湿度90%、明条件下へ移動して子実体の形成を誘導した。一次発生の子実体採取後は、シイタケを除くすべての培地で再び発生操作（菌播

き・注水)を行い、二次発生を行った。調査は菌糸の蔓延日数(接種後、培地全体に菌糸が蔓延するまでの日数)、一次発生の発生所要日数(発生操作後、子実体を採取するまでに要した日数)と子実体発生重量を測定した。

#### 4. フェノール類の定量

栽培試験に用いた基材に含まれる成分がナラ枯れ被害の有無により異なっているのか調べるために、指標として熱水により抽出されるフェノール性物質の量を測定した。熱水抽出は、乾燥した各基材試料約5gを300mlのフラスコに精秤し、水100mlを加え100℃にて30分間抽出した。抽出後、3500r.p.m.で15分間遠心分離を行い、上清を濾過し、濾液を水で100mlに定容し熱水抽出液とした。各試料の熱水抽出について供試数は3とした。

フェノール類の定量はフォリン-デニス法(Appel et al, 2001)を用いた。各樹種の熱水抽出液10 $\mu$ lを96穴マイクロプレート上にとり、100 $\mu$ lのフォリン-デニス試薬と攪拌した後、200 $\mu$ lの飽和炭酸ナトリウム水溶液を加えた。30分間室温にて放置後、760nmにおける吸光度をマイクロプレートリーダーで測定した。プランクにはフォリン-デニス試薬の代わりに水を用い、標準物質としてクロロゲン酸を用いた。フェノール性物質の含有量は、基材の乾燥重量に占める物質の割合で示した。

### III 結果と考察

#### 1. フェノール類の定量

熱水抽出によりコナラとミズナラとともに健全木よりもナラ枯れ被害木で、培地基材に含まれるフェノール性物質量は有意に多かった(図-1)(t検定, 有意水準1%)。フェノール性物質以外にも成分組成が異なっている可能性が考えられる。

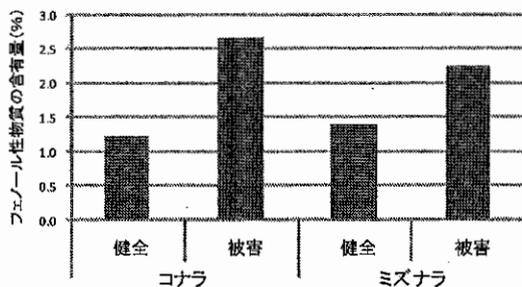


図-1 培地基材のフェノール性物質の含量

#### 2. ヒラタケ

蔓延日数は、コナラを基材として用いた培地よりもミズナラを基材とした培地で1日早かったが、ナラ枯れ被害木培地と健全木培地の比較では日数に差は認められなかった(表-2)。発生所要日数は、ミズナラ健全木培地において19.4日かかりその他の培地条件より約4日発生が遅れた(表-3)。子実体の一次発生発生量は、どの培地条件においても70g前後の収量であった(表-4)。二次発生量は、一次発生に比べ減少する傾向が認められたが、約60gの子実体が発生した。ヒラタケは、様々な樹種で栽培が可能で(寺島, 1992; 佐野ら, 2001; 今西・坂輪, 2003)、菌床栽培において培地基材への適応性が高いキノコであることが報告されている。ヒラタケでは、ナラ枯れ被害木を健全木と同様に基材として利用できる可能性が高い。

#### 3. エリンギ

ミズナラを基材とした培地では、ナラ枯れ被害の有無に関わらず約24日間で菌糸が蔓延した(表-2)。一方、コナラを基材とした培地では、ミズナラを基材とした培地よりも蔓延日数がわずかに遅れた(表-2)。子実体の発生処理から、14.0~15.4日で子実体が収穫できた(表-3)。子実体一次発生量はコナラとミズナラともに被害木培地で子実体発生量が少なかった(表-4)。エリンギは、ヒラタケと同じ*Pleurotus*属のキノコであり、様々な樹種が利用可能で(木村, 1999)、栽培に適した広葉樹の種類が多いが、エリンギは、広葉樹オガコよりも針葉樹がより基材として適しているとされている(木村, 1999)。その原因として、広葉樹は針葉樹に比べ菌糸成長を阻害するタンニンなどのフェノール性物質を多く含有することや高圧殺菌時に生じる阻害物質の生成が(木村, 1999)報告されている。栽培試験に用いたナラ枯れ被害木でも、健全木よりもフェノール性物質量が高い結果が得られており(図-1)、樹木成分が発生に影響した可能性がある。エリンギでは、被害木を基材として利用するには、培地基材の前処理や栽培条件の検討が必要と考えられる。

#### 4. ナメコ

コナラ培地とミズナラ培地ともにナラ枯れ被害の有無にかかわらず菌糸がほぼ同じ日数で蔓延した(表-2)。発生所要日数は、ミズナラの健全木培地で被害木培地よりも遅れる傾向が認められた(表-3)。子実体の一次発生量については、ミズナラで健全木培地よりも被害木培地で多かった(表-4)。健全木培地での発生量が少なかった原因として、通常の名目の栽培現場では、堆積した基材を用いているが、試験に使用し

表-1 培養日数, 発生日および発生操作方法

キノコの種類	培養日数	発生日	発生操作方法	
			菌掻き	注水
ヒラタケ	36	36日目	有	有
エリンギ	36	36日目	有	無
ナメコ	43	43日目	有	有
シイタケ	100	100日目	無	無

\* 菌掻きは 種菌とともに菌床表面を5mm程度掻きとり, 注水は1時間行った。

表-2 菌糸蔓延日数への基材条件の影響

キノコの種類	蔓延日数(日)			
	コナラ		ミズナラ	
	健全	被害	健全	被害
ヒラタケ	17.1	17.7	16.0	16.1
エリンギ	28.0	29.7	24.7	23.9
ナメコ	27.0	27.0	27.0	28.1
シイタケ	27.0	27.0	27.0	27.0

表-3 発生所要日数への基材条件の影響

キノコの種類	発生日数(日)			
	コナラ		ミズナラ	
	健全	被害	健全	被害
ヒラタケ	15.6	15.0 ns	19.4	15.7 **
エリンギ	14.0	15.4 ns	14.7	15.1 ns
ナメコ	23.4	22.5 ns	28.0	23.3 **
シイタケ	10.1	12.8 ns	12.4	11.3 ns

\*\* は有意水準5%(t検定), nsは有意差なし

表-4 子実体発生量への基材条件の影響

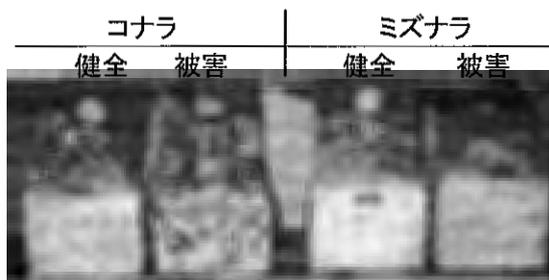
キノコの種類	試験区		子実体発生量(g/菌床)	
			一次発生	二次発生
ヒラタケ	コナラ	健全	71.8	63.7
		被害	65.9	55.0
	ミズナラ	健全	72.3	55.0
		被害	76.5	58.3
エリンギ	コナラ	健全	91.2]	37.4
		被害	57.0]	16.8
	ミズナラ	健全	91.7]	25.8
		被害	70.0]	12.0
ナメコ	コナラ	健全	44.1	41.1
		被害	74.2	44.7
	ミズナラ	健全	28.8]	20.3
		被害	83.7]	42.0
シイタケ	コナラ	健全	135.2]	17.9
		被害	46.2]	5.5
	ミズナラ	健全	66.7	9.0
		被害	66.3	38.2

\* は有意水準1%(t検定)

た基材の健全木は、伐木後すぐに試験に用いているため、堆積によって除かれる揮発性物質などが影響したのではないと思われる。逆に被害木は、堆積せずとも使用できる可能性がある基材と考えられる。

## 5. シイタケ

各培地条件において菌糸は同じ日数で蔓延したが（表-2）、コナラ被害木培地で他の培地よりも培地表面の褐変化が早く認められた（図-2）。発生所要日数について有意な差は認められなかった（表-3）。子実体の一次発生量は、コナラ被害木培地で少なく、コナラ健全木培地の発生量に対して34%であった（表-4）。



（培養27日目の状況）

図-2 シイタケの菌糸蔓延の様子

一方、ミズナラ培地では、被害の有無による発生量の差は認められなかった（表-4）。ヒラタケは、広葉樹、針葉樹ともに栽培できるのに対して、シイタケは、針葉樹のスギでは栽培がきわめて困難であることが知られており（林野庁, 1984）、このヒラタケとシイタケの違いには、スギの成分への適応性が影響している（中島ら, 1980）ことが示されている。本試験においてもヒラタケが、ナラ枯れ被害の有無に影響されなかったのに対して、シイタケが、子実体の発生に影響を受けたことに関してナラ枯れによる樹木内の成分変化が影響したのではないと思われる。しかし、培地基材のフェノール性物質の総量の分析結果（図-1）では、ミズナラでは、ナラ枯れ被害の有無による子実体発生量の差がなかったが、コナラ被害木で子実体発生量が少なかったことについて説明できなかった。ナラ枯れ被害木の成分変化については、笠井ら（2003）の報告がみられる程度で、報告例が少なく、シイタケの子実体発生に何が影響したのかについては今後の研究が必要である。

## IV まとめ

主要栽培食用キノコ4種を用いた栽培試験の結果、菌糸が培地全面に伸長する日数に関して、4菌種とも

にナラ枯れ被害の有無による差は認められず、菌糸の蔓延日数へナラ枯れ被害が影響しない結果であった。しかし、子実体の発生量に関して、菌種ごとの傾向に差が認められた。ヒラタケでは、ナラ枯れ被害の有無に関係なく同量の子実体が発生し、栽培に利用可能であると考えられた。エリンギでは、コナラとミズナラの被害木培地でともに発生量が少なかった。シイタケでは、コナラで健全木培地に対して被害木培地で子実体の発生量が少なかった。ナメコでは、エリンギやシイタケとは逆にコナラとミズナラの被害木培地で子実体の発生量が健全木培地よりも増加する傾向が認められた。本試験では、キノコの発生への影響をわかりやすくするために100%被害木だけを基材として使用した。実際には、健全木に対して被害木の混じる割合がここまで高まることは考えにくく、試験結果よりも現実の影響は小さいことが予想される。また、ナラ枯れで枯れた被害木を各1本伐木して行った試験であり、他のナラ枯れ被害木で試験を行っても、同じ結果が得られるかどうかについては検討が必要である。

## 引用文献

- Appel HM., Govenor HL., D'Ascenzo M., Siska E., Schultz JC(2001) Limitations of foliar phenolics in ecological studies. *J. Chem. Ecol.* 27:761-778.
- 今西隆男・坂輪光弘（2003）古紙から造った炭でのヒラタケ栽培. *日本応用きのこ学会誌*11: 165-171.
- 伊藤進一郎・山田利博（1998）ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. *日本林学会誌*80: 170-175.
- 笠井美和・光永徹・伊藤慎一郎・鎌田直人（2003）カシノナガキクイムシの被害を受けたミズナラの抽出成分に関する研究. *中部森林学会誌*51: 195-198.
- 河内進策・目黒貞利・稲田聡子（1991）スギ木粉によるシイタケの栽培フェルギノールによるシイタケ菌糸成長阻害. *木材学会誌*37(10): 971-975.
- 木村榮一（1999）培地調整. 図説基礎からのエリンギ栽培. 261pp, 農村文化社, 東京. 66-99.
- 小林正秀・野崎愛（2009）ナラ枯れ被害をどう防ぐのか-被害のメカニズムと防除法-, 17pp京都府林業試験場: 6.
- 小林正秀・萩田実・春日隆史・牧野瀬照久・柴田繁（2001）ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. *日本林学会誌*83: 328-333.
- 水谷和人（2006）木製パット製造工程で生じる廃材を利用した食用キノコ栽培. *岐阜県森林科学研究所研究報告*35: 5-8.

中島健・善本知孝・福住俊郎（1980）スギ材中のシイ  
タケ阻害成分. 木材学会誌26(10) : 698-702  
林野庁（1984）食用きのこ類の高度生産技術に関する  
総合研究 : 11-14.  
佐野昭典・菅原冬樹・田中修（2001）段ボールを利  
用したきのこ栽培. 日本応用きのこ学会誌10 :

199-204.

高島幸司（1998）オカラを利用したヒラタケ菌床栽  
培. 日本応用きのこ学会誌6 : 167-170.

寺島芳江（1992）きのこ菌床栽培における培地基材の  
開発状況. 農業および園芸第67巻第1号 : 37-45.



資料

# ヒラタケ属キノコ4種の短木栽培における白こぶ病の発生と ネット被覆による防除\*

水谷和人

キーワード：ヒラタケ白こぶ病，ヒラタケ属キノコ，殺菌短木栽培，ネット被覆，防除

## I はじめに

ヒラタケは炒め物や煮物、揚げ物など、向かない料理は無いと言えるほどに食材として万能なキノコである。また、野外の原木栽培も比較的容易である。近頃は、ホームセンターでヒラタケ栽培に使用する種菌や原木、栽培用の道具などが簡単に手に入ることから、ヒラタケは手軽に栽培できるキノコの代表格と言える。しかし、ヒラタケを野外で栽培すると、ときにヒラタケ白こぶ病が発生することがある。

ヒラタケ白こぶ病は、ヒラタケのヒダに白いこぶ状の組織が生じる病害である。本病害の発生は、1970年代の終わり頃に九州・中国地方において初めて確認され（金子，1983），その後東日本，現在では東北地方においても発生が確認されている（茨城県林業技術センター，2009）。本病害は，ナミトモナガキノコバエが伝播する線虫の一種（*Iotonchium unguatum*）によって生じることが知られている（津田ら，2002）。ひどい場合にはヒダ全体が白いこぶによって覆われて外観が著しく悪くなり，商品価値がなくなる。ヒラタケ白こぶ病はヒラタケのほか，ヒラタケ属のウスヒラタケ（中村ら，1996；富川ら，2001；藤原，2004）やエリンギ（中村ら，1996），トキイロヒラタケ（田中ら，2002）の子実体にも生じると報告されている。

しかし，これまでに岐阜県内においてヒラタケ白こぶ病の被害に関する調査事例はない。そこで，県内のヒラタケ白こぶ病の発生条件や防除方法を把握することを目的に，ヒラタケ栽培地においてヒラタケ白こぶ病の実態調査を行うとともに，ヒラタケを含むヒラタケ属のキノコ4種について県内の3ヶ所で殺菌短木栽培を行い，本病害の発生の有無や発生時期を調査し，防虫ネットの被覆による防除効果を検討した。

## II 調査地と方法

### 1. ヒラタケ栽培地の実態調査

2006年10～12月に岐阜県南部の5ヶ所で，野外におけるヒラタケ原木栽培地を調査し，ヒラタケ白こぶ病の被害の有無を調査し，周囲の環境等を把握した。なお，肉眼観察でヒラタケのヒダに白いこぶ状の組織が生じたものをヒラタケ白こぶ病（以下，白こぶ病とする）と判断した。

また，白こぶ病の発生したヒラタケは一部を持ち帰り，顕微鏡でこぶの状況やこぶ内のセンチウの有無を観察した。

### 2. 殺菌短木栽培による白こぶ病の被害

#### (1) 試験地の概況

殺菌短木栽培を実施した試験地の概況を図-1に示した。試験地は岐阜県内の3ヶ所で，郡上市大和町内の42年生のスギ林（以下，郡上スギ林とする），美濃市内の35年生スギ林（以下，美濃スギ林），美濃市内



図-1 試験地の概況

\* 本研究の一部は，日本きのこ学会第13回大会(2009年9月)において発表した。

の裸地（以下、美濃裸地）である。郡上スギ林は標高が750mと高く、それに比較して美濃市スギ林の標高は130m、美濃市裸地は110mと低かった。美濃市裸地は当森林研究所構内の苗畑に設定した試験地で、直射日光から避けるために遮光率90%の寒冷紗で試験地を被陰した。

## (2) 試験地の設定

供試菌株と原木の埋設時期を表-1に示した。対象としたキノコは、ヒラタケ属のヒラタケ、ウスヒラタケ、トキイロヒラタケ、タモギタケの4種で、栽培方法はコナラ原木を用いた殺菌短木栽培とした。この方法はヒラタケ属のキノコの栽培には一般的ではないが、一般の人でもコナラ原木を入手しやすいこと、原木の殺菌により確実に菌を伸長させられることから採用した。

コナラの原木は長さ約20cmに玉切りしてポリプロピレン製のキノコ栽培用袋に入れ、120℃で120分間殺菌した。殺菌後、ヒラタケ属のキノコ種菌を接種し、21℃の空調施設で約3ヶ月間培養して、野外の3ヶ所に埋設した。埋設は2007年7月と2008年6月に行った。2007年7月に埋設したのは、ヒラタケ3菌株（日農710, 743, 730）、およびウスヒラタケ(NBRC31345)、トキイロヒラタケ(NBRC31859)、タモギタケ(日農A70)である。2008年6月に埋設したのは、岐阜県森林研究所所有のヒラタケ2菌株(POS16, POS17)およびウスヒラタケ(PPU3-2)である。供試数は原木を各5本とした。

表-1 供試菌株と原木の埋設時期

種	菌株	埋設年月	ネット被覆	供試数
ヒラタケ	日農710(早生)	2007.7	なし・あり	各5本
ヒラタケ	日農743(中生)	2007.7	なし・あり	各5本
ヒラタケ	日農730(晩生)	2007.7	なし・あり	各5本
ウスヒラタケ	NBRC31345	2007.7	なし・あり	各5本
トキイロヒラタケ	NBRC31859	2007.7	なし・あり	各5本
タモギタケ	日農A70	2007.7	なし・あり	各5本
ヒラタケ	POS16(岐阜県所有)	2008.6	なし*	各5本
ヒラタケ	POS17(岐阜県所有)	2008.6	なし	各5本
ウスヒラタケ	PPU3-2(岐阜県所有)	2008.6	なし*	各5本

原木は長さが約20cm、樹種はコナラ。殺菌した原木に接種して21℃で約3ヶ月間培養調査は埋設後から2009年3月まで実施

\*:美濃スギ林にのみ、防虫ネット被覆区も設置した

## (3) 防虫ネットの被覆による防除

2007年7月に埋設した原木については、防虫ネットを被覆した試験区を設定した(表-1, 図-2)。試験地や方法は前述の方法と同様で、県内3ヶ所(郡上スギ林, 美濃スギ林, 美濃裸地)にヒラタケ3菌株(日農710, 743, 730)、ウスヒラタケ(NBRC31345)、トキイロヒラタケ(NBRC31859)、タモギタケ(日農A70)の殺菌短木を設置し、網目1mmの防虫ネット(サンシャインS-2000, ダイオ化成(株)製)でトンネル掛けをし



図-2 防虫ネット被覆の有無(郡上スギ林)

た(供試数は各5本)。美濃裸地では、寒冷紗と防虫ネットの2重の被覆となる。

## (4) 調査方法

埋設後、きのこの発生量と白こぶ病の被害状況を2007~2008年に調査した。被害状況調査は、各試験地で原木5本から発生したキノコを収穫した回数に対して、採取したキノコの中に白こぶ病の被害が確認された回数で比較した。また、きのこの発生量と白こぶ病の被害状況について防虫ネットを被覆しない場合と被覆した場合で比較した。

## III 結果と考察

### 1. ヒラタケ栽培地の実態調査

白こぶ病は調査した5ヶ所のうち4ヶ所で確認された(表-2)、岐阜県南部では比較的普通に見られる病害と考えられた。こぶの内部にはセンチウの存在を確認した(図-3)。発生が見られなかった調査地は、標高が310mと最も高かった瑞浪市明世町内のアカマツ・広葉樹林内であった。白こぶ病が確認された調査地は、標高が110~250mで、スギ林や広葉樹林など様々な場所で、特定の傾向がみられなかった。

表-2 ヒラタケ原木栽培地における白こぶ病の有無

調査地	概況(周囲の状況) 斜面方位、傾斜	標高	調査日	白こぶ病の有無
瑞浪市明世町	アカマツ・広葉樹林内 西向き、10°	310m	10月18日 11月10日	なし
多治見市三の倉町	広葉樹林内 南向き、5°	220m	10月20日	あり (聞き取り)
郡上市八幡町	民家の裏庭 寒冷紗で被覆 傾斜なし	250m	11月17日	あり
不破郡垂井町	スギ林内 林道脇斜面による伏せ	110m	11月22日	あり
美濃市曾代	ヒノキ林内 西向き、5°	110m	11月29日	あり

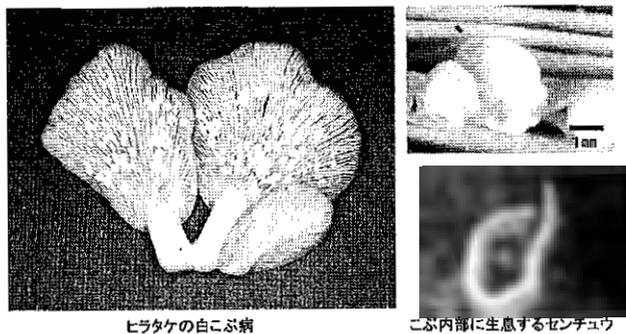


図-3 ヒラタケ白こぶ病とこぶ内部のセンチウ

## 2. 殺菌短木栽培による白こぶ病の被害

### (1) 子実体の発生状況

ヒラタケ属キノコの子実体発生量（原木5本の合計値）を表-3に示した。4種のキノコのうち、発生量が多かったのはヒラタケとウスヒラタケで、トキイロヒラタケとタモギタケは発生量が少なかった。

ヒラタケでは、2007年に埋設した場合の発生量は、1年目が1g～1,185gで、2年目が0～356gであった。ヒラタケ3菌株の中では、710と743が2年目に発生しない場合があったが、菌株730（晩生）の2年間の発生量が極端に少なかった。2008年に埋設したヒラタケ（2菌株）の発生量は0～504gで、美濃裸地のPOS16は全く発生しなかった。

表-3 ヒラタケ属キノコの子実体発生量(被覆なし)

供試菌株	郡上スギ林		美濃スギ林		美濃裸地	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
ヒラタケ710(早生)	710	193	654	113	1071	0
ヒラタケ743(中生)	359	302	675	0	1185	157
ヒラタケ730(晩生)	1	43	21	10	173	356
ウスヒラタケNBRC31345	216	13	312	226	512	267
トキイロヒラタケ	13	0	25	0	24	0
タモギタケ	0	45	10	0	38	0
ヒラタケPOS16	-	283	-	159	-	0
ヒラタケPOS17	-	259	-	489	-	504
ウスヒラタケPPU3-2	-	115	-	274	-	421

発生量は原木5本の合計値(単位はg)  
発生量は年度ごとに示す、2008年度は2009年3月末までの調査

ウスヒラタケでは2007年に埋設したNBRC31345の発生量は1年目が216～512g、2年目が13～267gであった。2008年に埋設したPPU3-2の発生量は115～421gであった。ウスヒラタケは、いずれの場所および発生年でも子実体が発生し、ヒラタケとは異なり発生しない場合がなかった。しかし、夏場に発生したウスヒラタケは、子実体が腐敗している事例が時々見られた。成長が早く、収穫に適する期間は極めて短かった。

2007年に埋設したトキイロヒラタケとタモギタケの発生量は1年目が0～38gであったが、2年目にはほとんどの場所で発生が見られなかった。

子実体の発生状況はキノコの種類や菌株によって異

なった。いずれのきのこも子実体発生量と埋設置場所との間には一定の傾向がみられなかった。

## (2) 収穫時期と白こぶ病被害の有無

### ①ヒラタケ

防虫ネットの被覆なし区におけるヒラタケの収穫と白こぶ病の被害を表-4に示した。ヒラタケの収穫時期は概ね10月～3月であった。

2007年に埋設したヒラタケでは、1年目の全試験地の収穫回数の合計43回のうち、白こぶ病の被害が確認されたのは8回であった。2年目は16回の収穫のうち、被害は3回であった。2008年に埋設したヒラタケでは、26回の収穫のうち、被害は6回であった。この2年間では、被害率（被害があった回数／収穫回数）は18.6～23.1%であった。

白こぶ病被害は、試験を行った3ヶ所いずれの場所でも確認された。試験地別の被害は、郡上スギ林では収穫回数27回のうち被害が4回で14.8%、美濃スギ林では28回のうち12回で42.9%、美濃裸地では30回のうち1回で0.03%であった。美濃市スギ林の被害が郡上スギ林に比較して高かったのは、被害期間が、郡上スギ林では10月中旬に集中するのに対し、美濃スギ林では11月上旬から12月下旬までと長かったことによるもので（図-4）、これは郡上スギ林の標高が750m、美濃スギ林が130mと、両試験地の標高の差が影響している可能性がある。美濃裸地で低かったのは寒冷紗の被覆が影響したと考えられる。

菌株別にみると（図-4）、白こぶ病被害は、使用したヒラタケ5菌株のうち4菌株で発生した。白こぶ病が発生しなかったのは、晩生タイプのヒラタケ730であった。ヒラタケ730の子実体発生時期は3試験地とも12月下旬以降であり、白こぶ病の発生時期（10月中旬～12月中旬）と異なった。このことから、ヒラタケ730に白こぶ病が見られなかったのは子実体の発生時期が遅かったことも原因の一つと考えられた。

表-4 ヒラタケの収穫と白こぶ病の被害(被覆なし)

埋設場所	埋設年	菌株	'07年度発生		'08年度発生		合計	
			収穫	被害	収穫	被害	収穫	被害
郡上スギ林	'07埋設	710	5	0	3	1	8	1
		743	5	0	2	1	7	1
		730	1	0	1	0	2	0
	'08埋設	POS16	-	-	4	1	4	1
		POS17	-	-	6	1	6	1
		合計	11	0	17	3	28	3
美濃スギ林	'07埋設	710	9	4	2	1	11	5
		743	4	3	0	0	4	3
		730	2	0	1	0	3	0
	'08埋設	POS16	-	-	4	1	4	1
		POS17	-	-	6	3	6	3
		合計	15	7	7	1	22	6
美濃裸地	'07埋設	710	5	0	0	0	5	0
		743	8	1	3	0	11	1
		730	4	0	4	0	8	0
	'08埋設	POS16	-	-	0	0	0	0
		POS17	-	-	6	0	6	0
		合計	17	1	7	0	24	0
合計	'07埋設	43	8	16	3	59	10	
	'08埋設	-	-	26	6	26	6	

表中は収穫回数、被害数を示す

②その他のキノコ

防虫ネットの被覆なし区におけるヒラタケ以外のキノコ3種の収穫と白こぶ病の被害を図-5に示した。

ウスヒラタケ31345および3-2の発生時期は主に8～10月であった。白こぶ病の被害は、3試験地で収穫した合計39回のうち、2008年6月中旬に美濃スギ林で1事例のみであった。被害率はヒラタケに比較すると非常に低かった。

トキイロヒラタケの収穫時期は8～9月、タモギタケは7～9月であった。両キノコとも発生回数、発生量は非常に少なかった。白こぶ病は発生しなかった。

(3) 防虫ネットの被覆による防除

防虫ネット被覆区におけるヒラタケおよびヒラタケ以外のキノコ3種の収穫時期と白こぶ病の発生を図-6, 7に示した。

白こぶ病が発生したのは、ヒラタケでは66回の収穫のうち、美濃スギ林に2008年に埋設し、その年に発生したPOS16の1例のみであった。その他キノコでは55回の収穫のうち白こぶ病の発生は皆無であった。防虫ネットの被覆により、線虫を運ぶキノコバエをキノコに近づけないようにできたと考えられる。

しかし、防虫ネットの被覆によって子実体の発生量が減少しては、防除方法としては適さないと考え、防虫ネットの被覆の有無と子実体発生量を比較した。防虫ネットの被覆は子実体の発生量を増加させる場合が多く(図-8)、白こぶ病の防除方法として有効と考えられた。また、降雨による土はねで子実体が汚れることを軽減する効果も確認した。

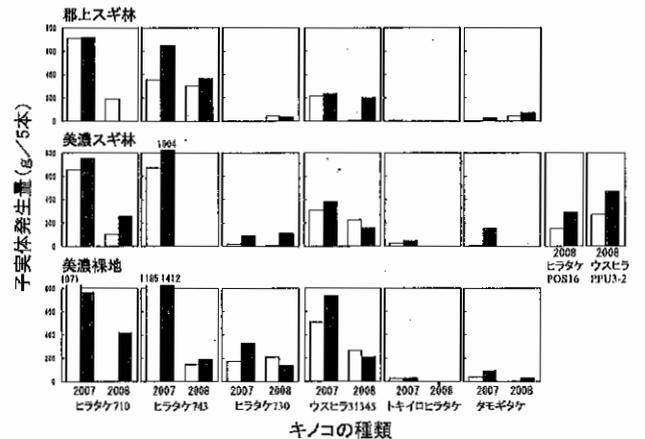


図-8 防虫ネット被覆の有無と子実体発生量  
発生量は殺菌原木5本の合計値 □ネットなし ■ネット被覆

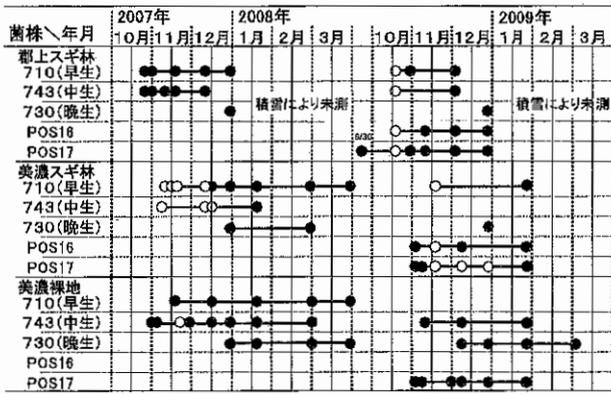


図-4 ヒラタケの収穫と白こぶ病の被害(被覆なし)

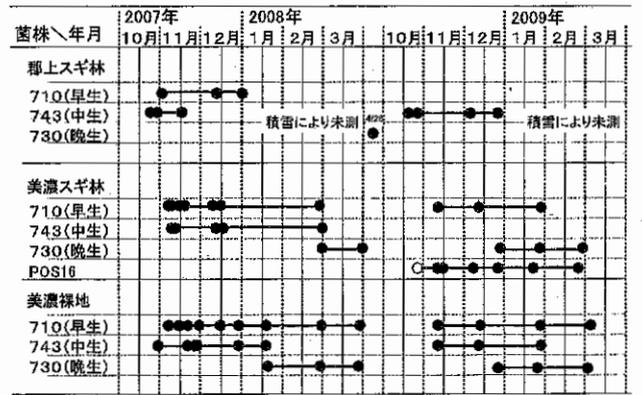


図-6 ヒラタケの収穫と白こぶ病の被害(防虫ネット)

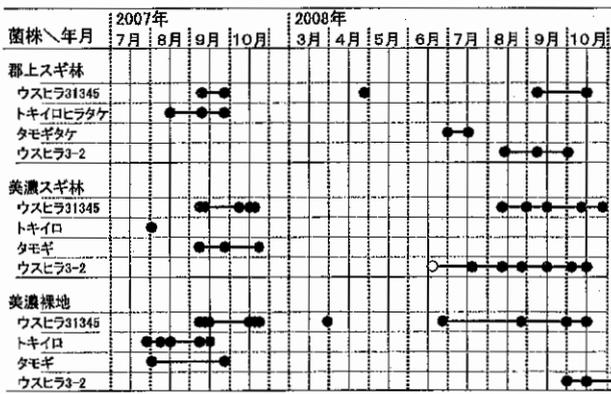


図-5 その他キノコの収穫と白こぶ病の被害(被覆なし)

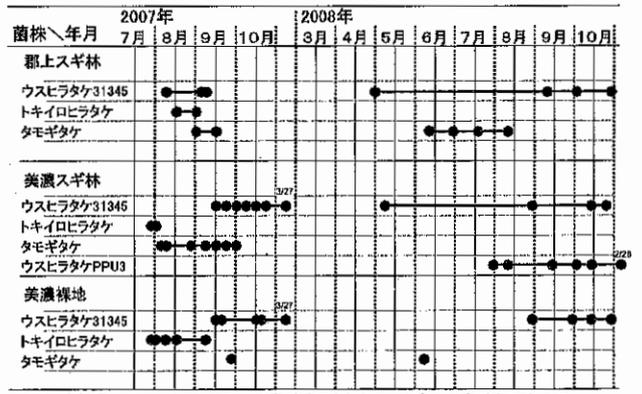


図-7 その他キノコの収穫と白こぶ病の被害(防虫ネット)

#### IV まとめ

岐阜県内のヒラタケ栽培地における白こぶ病の実態調査や県内の3ヶ所で行った殺菌短木栽培の結果、ヒラタケに関しては、白こぶ病は岐阜県中南部では比較的普通に見られる病害であった。防除方法は、網目1mmの防虫ネットの被覆が効果的で、ネットをトンネル掛けすることにより、被害をほぼ防除できた。

県内の3ヶ所で行った殺菌短木栽培では、3ヶ所いずれの場所でも白こぶ病の被害が見られたが、被害の状況は試験地によって異なった。試験地3ヶ所における白こぶ病の発生時期は10月中旬～12月中旬であったが、標高の高い郡上スギ林では美濃スギ林に比較して被害期間が短く、被害率が低かった。また、子実体発生時期が12月以降の晩生タイプのヒラタケ730は被害に遭わなかった。ヒラタケ730は他の菌株に比較して発生量が少ないため、今後の調査は必要と考えられるが、標高の高い場所で、発生時期が遅いヒラタケ菌株を使用することにより、被害を軽減する可能性が示唆された。

白こぶ病の被害を受けているヒラタケのすぐ横で栽培したウスヒラタケ、トキイロヒラタケやタモギタケはほとんど被害を受けなかった。ただ、ウスヒラタケは被害率は低いですが、被害事例がみられたことから、栽培に当たっては注意が必要と考えられた。本調査は岐阜県中南部を中心にして実施しており、今後は標高の高い岐阜県北部などでも実施し、県内の状況を更に把握する必要がある。

本研究は農林水産省・新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「関東・中部の中山間地域を活性化化する特用林産物の生産技術の開発」により実施した。

#### 引用文献

- 藤原直哉 (2004) ウスヒラタケの菌床栽培技術の開発 - 菌床ブロックの製造と発生方法について - . 岡山県林業試験場研究報告20 : 1-12.
- 茨城県林業技術センター (2009) ヒラタケ原木露地栽培の重要病害「ヒラタケ白こぶ病」. 林業普及情報 No. 29.
- 金子周平 (1983) ヒラタケのいぼ病 (仮称) とその防除. 森林防疫32 (11) : 12-14.
- 中村公義・清原友也・小坂肇 (1996) 長野県のきのこ栽培で初めて記録された線虫類. 長野県野菜花き試験場報告9 : 49-54
- 田中寛・津田格・山本耕三・磯和巖・柴尾学 (2002) 大阪府におけるヒラタケ白こぶ病の発生と防除. 関西病虫研報44 : 47-48.
- 富川康之・河井美紀子・扇大輔 (2001) ヒラタケ白こぶ病の発病時期とネット被覆による防除試験. 島根林技研報52 : 21-29.
- 津田格 (2002) キノコに棲息する線虫. (森林微生物生態学. 二井一禎・肘井直樹編著, 322pp, 朝倉書店, 東京). 91-101.



平成22年3月24日

**岐阜県森林研究所研究報告 第39号**

発行所 岐阜県森林研究所  
岐阜県美濃市曾代1128-1  
TEL (0575) 33-2585

印刷所 (有)もとすいんさつ  
TEL (058) 328-4529



この研究報告の本文は、古紙配合率70%再生紙を使用しています。  
(表紙は古紙配合率70%の再生紙です。)