

# スギ葉枯らし乾燥

付加価値向上のために

平成四年三月

徳 島 県  
徳島県木材協同組合連合会

スギ葉枯らし材の生産



## まえがき

徳島県の人工林面積は、平成4年3月31日現在ですでに、18万6千<sup>ヘクタール</sup>に達しています。このうちスギが75%を占め、その立木蓄積は実に2,930立方<sup>メートル</sup>を保有するに至っております。

この徳島スギの資源を、今後いかに管理し有利に販売していくかは、本県林業の振興を図る上で極めて重要な課題であります。

一方、最近では、住生活への質的向上が望まれていることから、木造建築の工期の短縮化、住宅の高質化、空調施設の普及、プレカット加工の進展などによって乾燥材の需要が高まっております。

このような状況を踏まえ、徳島県林業クラブ青年部を中心とした若手の林業経営者グループでは積極的に葉枯らし乾燥を復活させ、徳島スギの銘柄化づくりに取り組んでおります。

県においても、これらに対応して、平成元年度から3か年間「乾燥材供給総合対策事業」を導入するなど、徳島スギの付加価値向上を図り、銘柄化に向けて、葉枯らし乾燥材の安定供給体制づくりを積極的に推進しております。

この『スギ葉枯らし乾燥』は、本県の実態を踏まえまして、林家及び林業関係者、そして木材関係の方々に、葉枯らし乾燥材の重要性をご理解願いたいために、これまでの調査・実証結果等によって取りまとめたものであります。

本書を広くご活用していただき、今後のスギ葉枯らし乾燥技術のレベルアップと徳島スギの付加価値向上に役立てていただければ幸いです。

平成4年3月31日

# スギ葉枯らし乾燥 目次

## まえがき

<b>第1章 スギ材の特性</b> .....	1
1. 針葉樹の生理 .....	1
2. スギ材の構造 .....	2
3. スギ仮導管壁孔の閉鎖率 .....	3
4. スギ材のでんぷん含有量 .....	5
5. スギの材色 .....	6
(1) 材色の発現 .....	6
(2) 材色の表示 .....	6
(3) スギの材色値 .....	6
6. スギ材の含水率 .....	8
(1) 含水率の測り方 .....	8
(2) スギ生材の含水率分布 .....	8
7. スギ材の乾燥による収縮 .....	10
(1) 乾燥による収縮の異方性 .....	10
(2) 乾燥による変形（狂い）の種類 .....	11
8. スギ材の乾燥が難しい要因 .....	11
<b>第2章 スギ葉枯らし乾燥の考え方</b> .....	13
1. 葉枯らし乾燥とは .....	13
2. 葉枯らし乾燥の必要性 .....	13
3. 葉枯らし乾燥が見直される背景 .....	13
4. 葉枯らし乾燥のメカニズム .....	14
<b>第3章 スギ葉枯らし乾燥の効果</b> .....	15
1. 含水率の減少 .....	15
2. 重量の軽量化 .....	16
3. 材色の変化 .....	17
4. 虫菌類被害の軽減 .....	18
5. 製材品の人工乾燥コストの節減 .....	20
6. 販売価格の向上 .....	21

第4章 スギ葉枯らし乾燥の実務	22
1. 作業手順の決定	22
2. 伐採の時期	22
3. 伐採の方法	22
4. 伐倒木の枝払いと剥皮	22
5. 穿孔性害虫の予防	23
6. 葉枯らし乾燥の実施基準	29
(1) 葉枯らし乾燥の目的	29
(2) 葉枯らし乾燥の実施基準	29
7. 葉枯らし乾燥の経済性	30
(1) 乾燥効果	30
(2) 経済性	31
8. 葉枯らし材の流通	33
第5章 スギ葉枯らし材生産の課題と方向	35
《参考・引用文献》	37

# 第1章 スギ材の特性

## 1. 針葉樹の生理

一般に、樹木は樹皮と木部との間にある形成層の分裂活動によって、内側へ木部細胞を、外側へ師部細胞を作って大きくなっていく。

木部細胞は根で吸収された水や養分（チッ素等）を上方に運ぶパイプの役目をし、樹木が大きくなると色がついて心材となる。

師部細胞は葉の中で光合成作用によって作られた養分（糖やデンプン）を下方の必要な所へ送る役目をしており、古いものから外皮となる。これを図示すると図-1のとおりで、水のパイプの集りである辺材部は、水を多く含んでおり、心材部においても水は多少残っている。

一方、樹木内部の水平方向への物質の移動については、放射柔細胞が受持っている。これを図示すると図-2のとおりである。

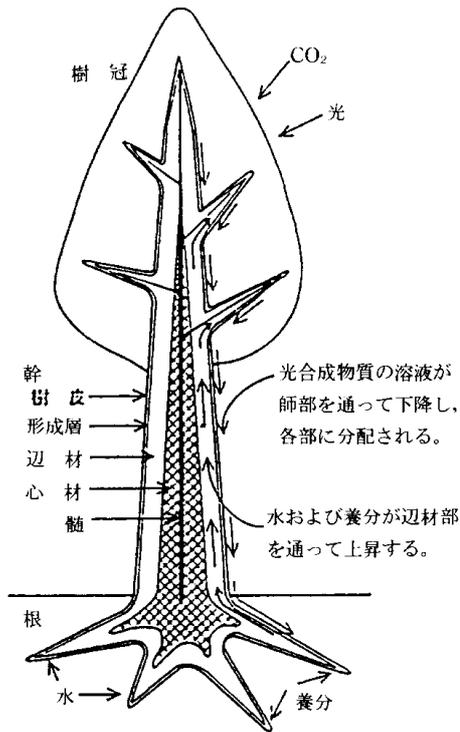


図-1 樹木内の物質の流れ

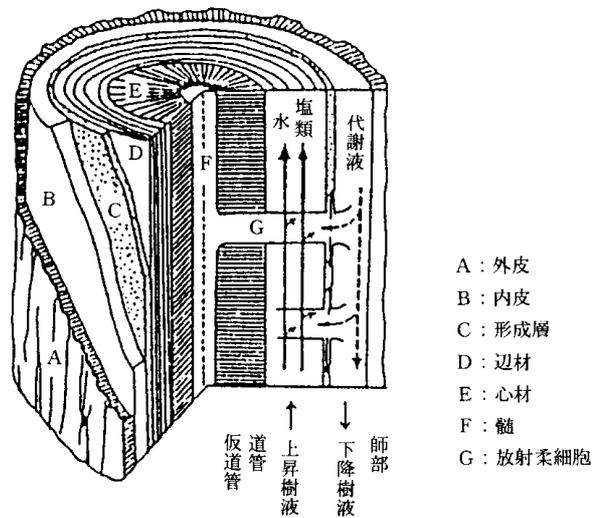


図-2 樹幹の組織と物質の流れ

## 2. スギ材の構造

スギ樹幹の横断面を見ると中心部に髓があり、外側へ向かって心材、辺材、形成層、樹皮の順になっている。肉眼で認められるスギ材の断面は図-3のとおりである。

なお、伐採直後あるいは比較的時間の経過の短い丸太の横断面を見ると、心材と辺材との間に環状の淡色ではあるが辺材とは異なった色調を示す部分がある。この部分を移行材と呼び、スギの場合は辺材よりはっきりと白色を示して区分されるため、白線帯とも呼ばれている。

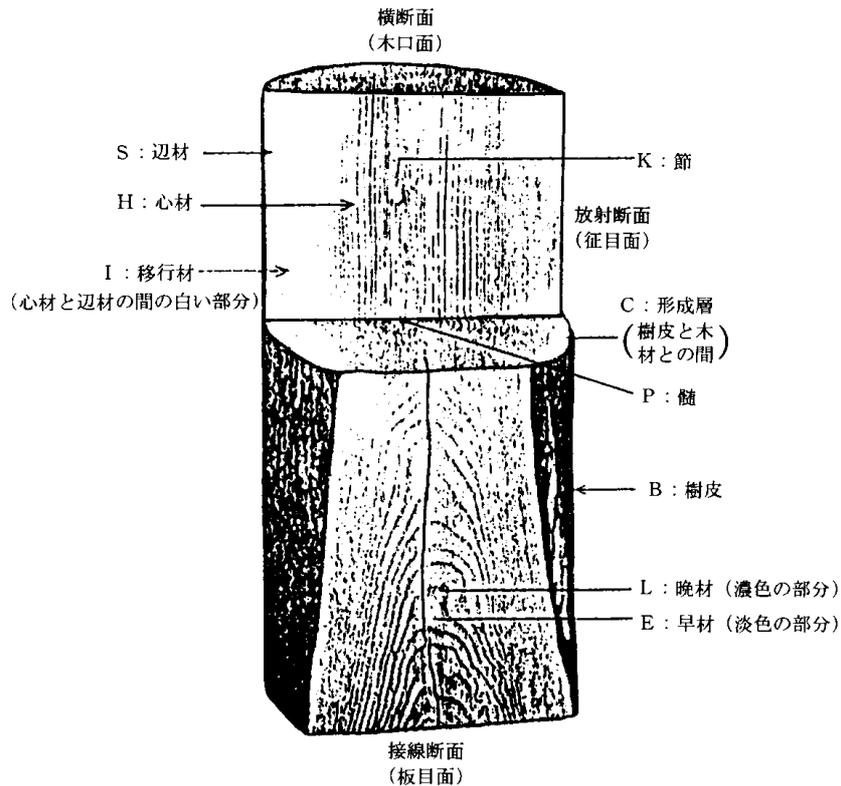


図-3 スギ材の断面

### 3. スギ仮導管壁孔の閉鎖率

針葉樹材における液体や気体の透過は、主に仮導管相互の有縁壁孔を通して行われている。したがって透過の良否は、壁孔の閉鎖によって左右される。一般的には辺材の壁孔は開放しているのに対して、白線帯や心材では閉鎖しているといわれている。

スギの閉鎖率を表－1、壁孔閉鎖の状態を写真－1、写真－2に示した。これによると、スギでは辺材の壁孔はほとんど開放しており、その閉鎖率は平均で約12%である。これに対して白線帯と心材では、閉鎖率はほぼ80%に達している。

このことから、スギの白線帯と心材での水分の透過は極めて悪いといえる。

表－1 スギ仮導管壁孔の閉鎖率

No.	辺材	白線帯	心材	心材色
1	10.0	84.4	85.7	赤
2	10.0	83.8	77.4	黒
3	9.1	84.0	73.9	黒
4	11.0	79.9	66.7	赤紫
5	16.7	77.0	75.0	黒
6	10.9	73.9	87.7	赤
7	15.5	67.9	82.0	赤
平均	11.9	78.7	78.3	

(注) スギ仮導管壁孔の閉鎖率について(森総研 須川豊伸・第39回日本木材学会研究発表要旨集・1989)による。

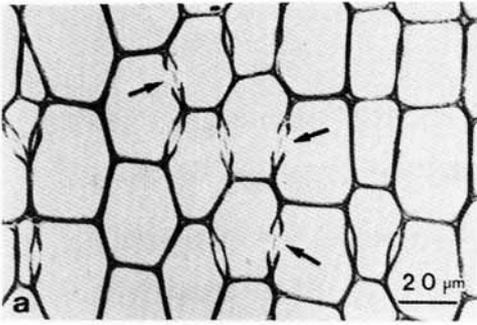


写真-1 スギ仮導管の壁孔解放

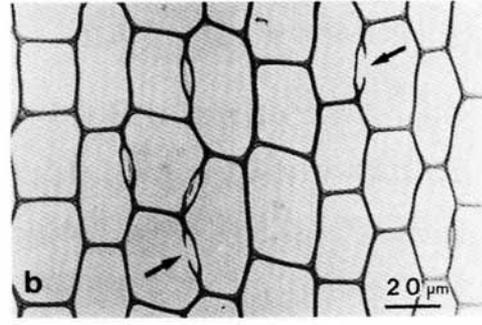


写真-2 スギ仮導管の壁孔閉鎖

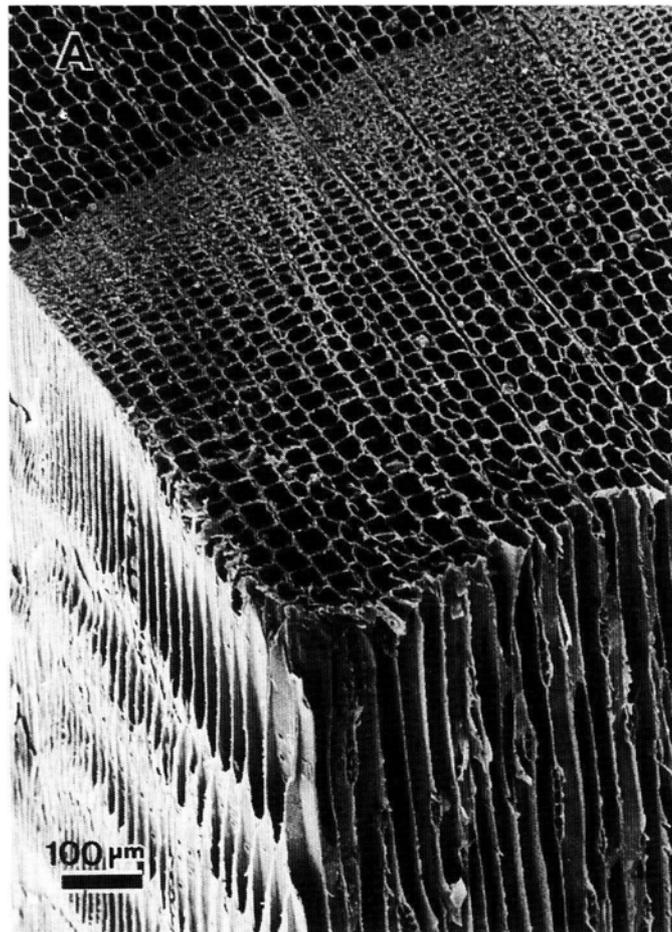


写真-3 スギ材の走査型電子顕微鏡写真  
(撮影：藤井智之 林業試験場)

#### 4. スギ材のデンプン含有量

樹木の葉で光合成された糖類（グルコース）は、樹体内各所に送られて樹体の形成に用いられるが、過剰になると辺材柔組織中にデンプンとして貯蔵される。心材部は死んだ組織であり、一般に生理機能はないとされているが、辺材部では生理機能が高く、デンプン含有量の変化は大きくて供給・蓄積・消失が繰返されている。一般的にこのデンプン含有量が穿孔性害虫の被害に大きな影響を与えると言われている。

スギ生材辺材部のデンプン含有量を伐倒月別に見ると、図-4のとおりである。これによると、4～7月の間にはデンプン量は蓄積されて多くなり、穿孔性害虫の発生時期と一致している。一方、9～12月の間には林木の成育に消費されて最も少なくなっており、伐採適期とほぼ一致している。

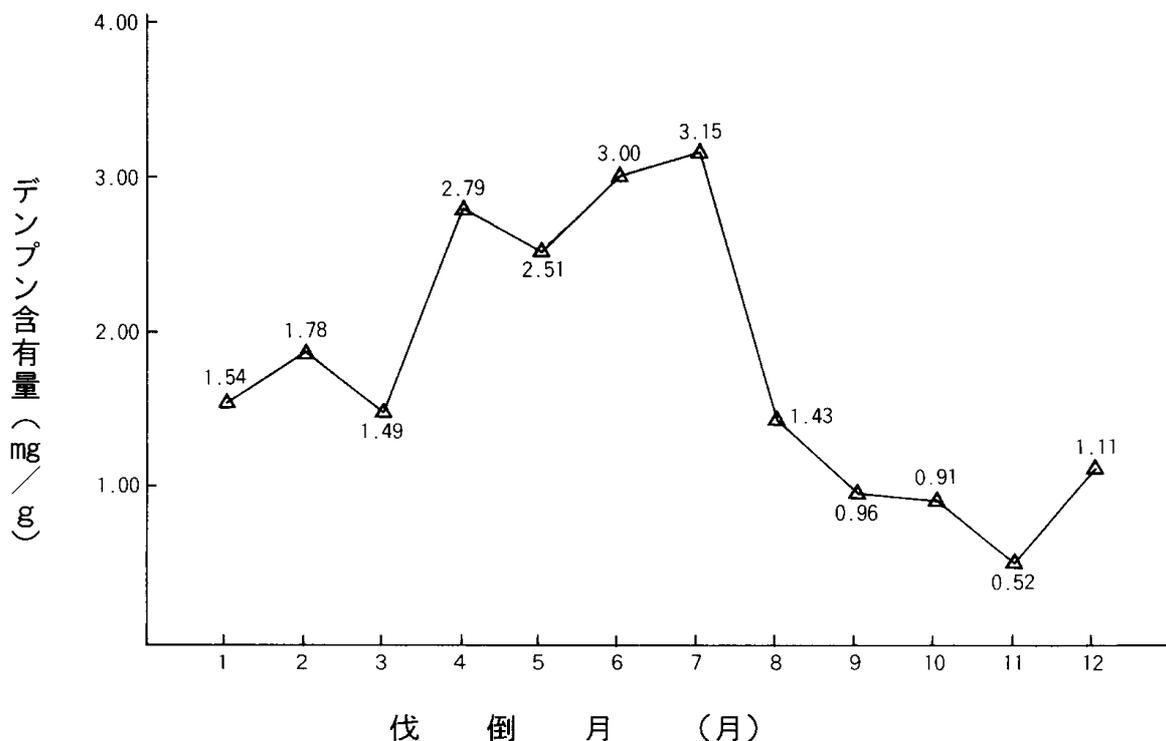


図-4 スギ辺材部の伐倒月別デンプン含有量

(注) ①デンプン測定用資料は元玉材の末口部から厚さ5mmの円板を採取し、その辺材部を用いた。

②デンプン定量法は過塩素酸抽出/ヨウ化カリ比色法によった。

## 5. スギの材色

### (1) 材色の発現

材色は木材の商品価値を決定する重要な因子の一つである。

スギの色調は、一般に辺材は白色、心材は淡紅色（赤心）～暗赤褐色、あるいは黒褐色（黒心）もあると言われている。

心材の赤色化は、心材中に蓄積されたヒドロキシスギレジノール（白色結晶）が酸化されてオルソキノン構造のデヒドロヒドロキシスギレジノール（橙色結晶）となり、さらに重合して高分子の着色物質（赤色）に生成することによる。

一方、黒褐色化については十分明らかにされていないが、端墨（はなずみ）と呼ばれる材の両端黒変現象は、心材中のフェノール性物質がアルカリ性下において酸化重合して、黒褐色の高分子着色物質を生成するためと推定されている。この不良心材色の生成要因には、遺伝説や立地環境説に加えて後天的原因も挙げられている。

### (2) 材色の表示

木材の色の測定法や表示法は、次ぎに示す3種のJISの表示法が主に用いられている。③については、木材の色の測定法として試行されている。

- ① 色名（JIS Z 8102-1985 物体色の色名）
- ② 三属性（JIS Z 8721-1977 三属性による色の表示方法。Hは色相、Vは明度、Cは彩度、HV/Cと記述する）
- ③  $L^* a^* b^*$ （JIS Z 8721-1980  $a^* b^*$  表色法及び  $L^* u^* v^*$  表色系による物体色の表示法）

### (3) スギの材色値

スギの健全（優良）心材色を抜粋して表示すると表-2のとおりである。

これによると、色名ではみな“にぶい黄赤”と同じ表示になり、視覚で感知できる材色の区分を表現するには不十分である。それゆえ、一般には測色機器で測定される  $L^* a^* b^*$  表色系による表示が用いられている。しかし、この数値から逆に色を想像することは困難である。そこで、 $L^* a^* b^*$  を視覚的な表現である HVC に換算できる「材色値の判定用チャート」が考案された。このチャートを部分的に拡大して表-2のスギ心材色をプロットすると、図-5のとおりである。

表-2 スギの健全（優良）心材色

No.	スギ産地	色名	三属性	L* a* b* 表色系		
			HV/C	L*	a*	b*
1	秋田スギ（秋田県）	にぶい黄赤	6.9YR6.7/4.5	68.55	9.50	25.34
2	スギ（岩手県）	にぶい黄赤	6.9YR6.6/4.4	67.43	9.35	25.22
3	スギ（岩手県）	にぶい黄赤	3.0YR6.5/4.4	66.88	13.30	19.84
4	スギ（福島県）	にぶい黄赤	7.3YR6.9/4.7	70.14	9.35	26.30
5	マスマスギ（富山県）	にぶい黄赤	7.1YR7.5/4.3	76.16	8.40	24.62
6	ミオスギ（富山県）	にぶい黄赤	9.3YR6.7/3.7	68.56	5.20	23.76
7	スギ（福井県）	にぶい黄赤	4.2YR6.9/4.4	70.69	12.15	21.22
8	スギ（奈良県）	にぶい黄赤	6.8YR6.8/4.4	69.36	9.15	24.36
9	スギ（徳島県）	にぶい黄赤	8.1YR6.4/4.1	65.80	7.25	24.08

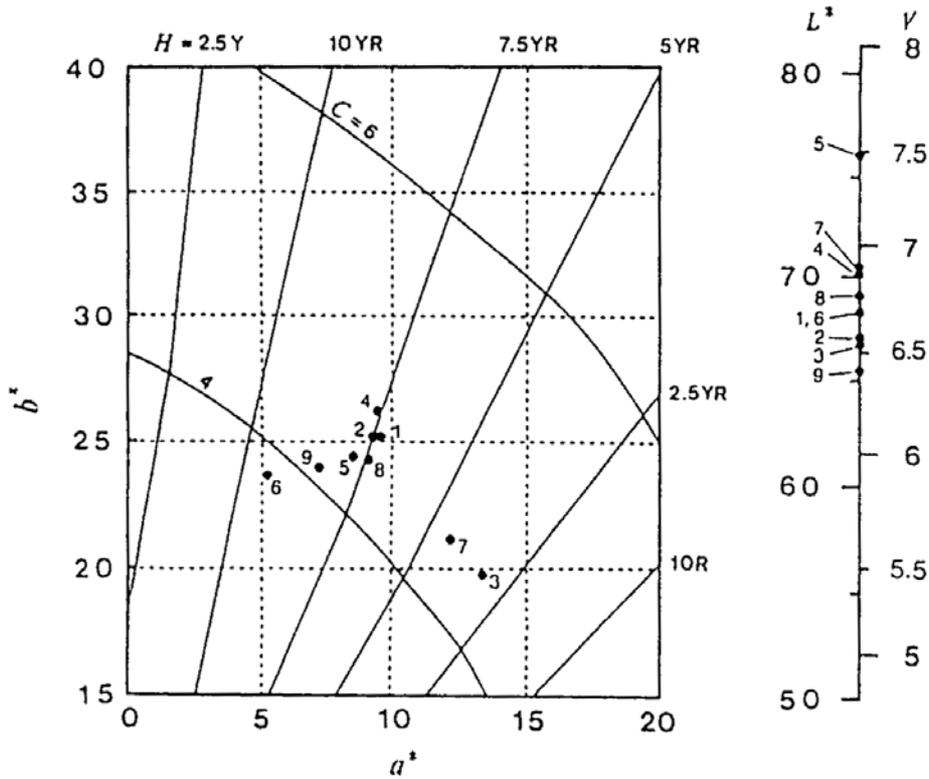


図-5 スギの健全（優良）心材色

## 6. スギ材の含水率

### (1) 含水率の測り方

木材に含まれた水分の程度を示すには含水率が用いられる。木材の含水率は木材成分の重さに対して水がどれ位あるかで表される。これを「乾量基準含水率」といい、次の式によって算出される。

$$\text{含水率 (\%)} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

ただし、W1：乾燥前の木材の重量（測定したい木材の重量）

W2：全乾状態（乾燥機の中で温度が 100～105℃で乾燥して恒量に達したとき）の木材の重量

### (2) スギ生材の含水率分布

一般に木材の水分は、細胞膜中でセルロースミセルと結合している結合水（吸収水）と細胞の内腔や細胞間隙等に存在している自由水（遊離水）とに区分される。立木状態や伐採後まだ乾燥していない木材は、結合水を最大量含んでいるほか自由水を多く含んでいることから含水率は非常に高い。この状態の木材を生材といい、その含水率を生材含水率と呼んでいる。

スギ生材の季節別の含水率は表-3のとおりで、辺材部ではほとんど差がなく、心材部においてはスギ材独特の個体差があって、秋季及び冬季がやや高くなっている。全体の平均では約 160%とほぼ安定している。

また、スギ生材の含水率が地上高別及び辺・心材別にどのように分布しているかをみると図-6のとおりである。すなわち、辺材においては赤・黒心ともに約 170%程度であり、地上高 4～12 ㍎の間ではほぼ一定している。しかし、心材においては、赤心が 63%程度であるのに対して、黒心は 114%と赤心の約 2 倍に達している。なお、黒心の地際部の含水率は、辺・心材ともに 215%と極めて高くなっている。

表-3 スギ生材の季節別含水率

(単位：含水率%)

伐倒月		辺材	心材	全体	摘要
春季	3月	182	76	154	
	4	186	114	164	
	5	177	76	141	
	平均	182	89	153	
夏季	6	193	100	167	
	7	181	85	166	
	8	166	110	155	
	平均	180	98	163	
秋季	9	164	119	156	
	10	168	98	149	
	11	197	129	178	
	平均	176	115	161	
冬季	12	200	156	189	
	1	177	97	150	
	2	189	113	171	
	平均	189	122	170	
総平均		181	106	162	

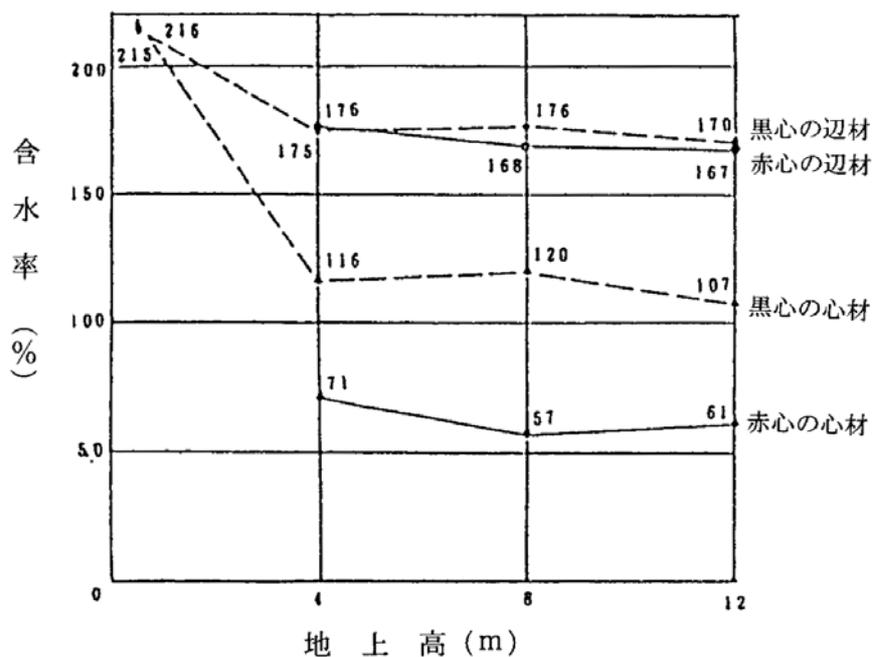


図-6 スギ生材の含水率分布 (9月伐採)

## 7. スギ材の乾燥による収縮

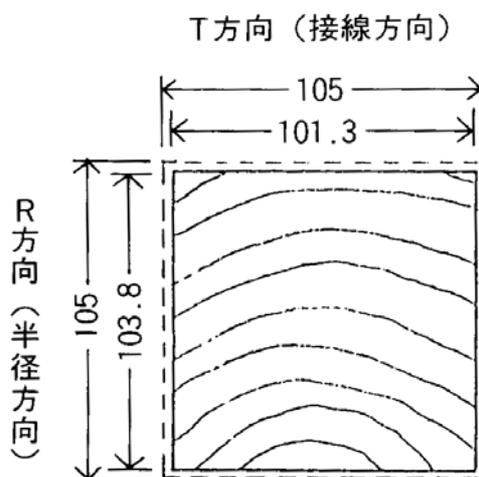
### (1) 乾燥による収縮の異方性

乾燥の程度により含水率が変化し、この含水率に応じて木材は収縮する。この要因によって材の変形や割れが生じることとなる。また、木材は乾燥方向による歩減りの程度が異なっている。すなわちT（接線）方向が大きく、R（半径）方向はその2分の1程度であり、L（繊維）方向はそれらよりさらに少ない。主要樹種の収縮異方性は表－4のとおりである。

図－7に示したのは、乾燥によるスギ柱角の断面寸法の変化を図化したものである。生材から105mm角に製材した心去り正角を含水率15%まで人工乾燥した場合の断面寸法変化である。4つの辺長が105mmであったものが、T方向に101.3、R方向に103.8mmに減少することとなる。

表－4 主要樹種の収縮異方性

樹種	含水率15%までの収縮率(%)			比重	
	T方向	R方向	L方向	全乾	気乾
スギ	3.5	1.1	0.03	0.33	0.36
ヒノキ	3.5	1.5	0.05	0.37	0.41
アカマツ	4.4	1.9	0.03	0.52	0.55
ツガ	2.9	1.6	0.02	0.51	0.54
トドマツ	4.1	1.0	0.03	0.39	0.41



図－7 乾燥に伴う断面寸法変化（スギ 105<sup>ミ</sup>角）

## (2) 乾燥による変形（狂い）の種類

製材は丸太からどのように木取るかによって角面での収縮異方性の影響を受けるため、製材の面内の収縮の不均一が乾燥に伴い生じて変形する。

図-8は木取りの仕方と乾燥後の変形の様子を示したものである。また、図-9には、こうして得られる製材品の変形の種類とその程度の指標を示したものである。

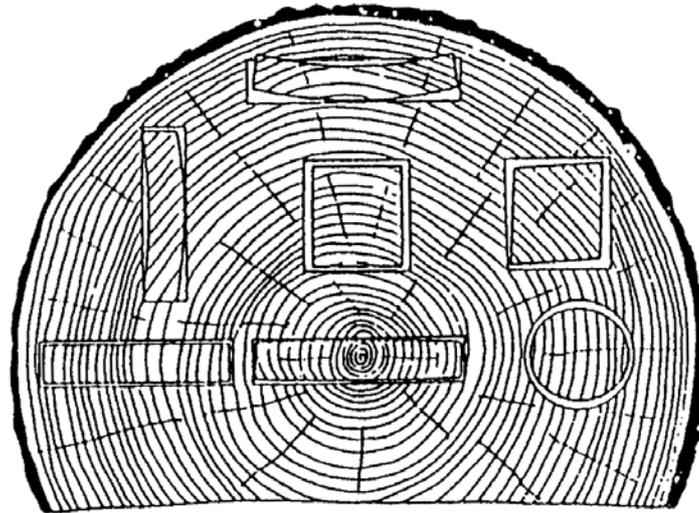


図-8 木材の木取りと収縮による変形

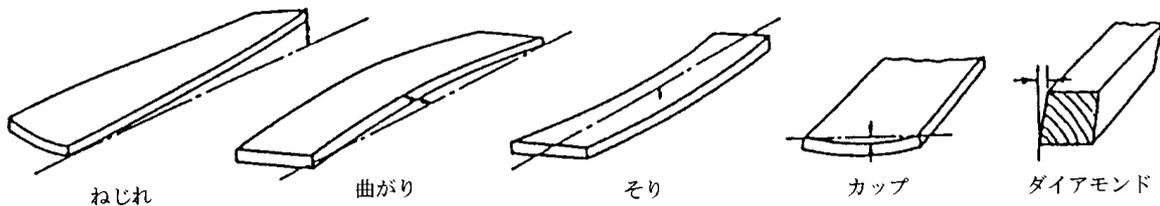


図-9 狂いの種類

## 8 スギ材の乾燥が難しい要因

スギ材の特性から、次のような要因によって乾燥が難しいと言われている。

- ① 心材含水率が高い。（スギ 70～100%、ヒノキ 30～35%）
- ② 白線帯がある。（白線帯は水の透過性が悪い）
- ③ 黒心材は含水率が高く、水分移動が悪い。
- ④ 心持ち材は割れが発生しやすい。
- ⑤ 品質、産地、育林方法による材質の変動が大きい。



写真-4 原木市場に出荷されたスギ丸太

## 第2章 スギ葉枯らし乾燥の考え方

### 1. 葉枯らし乾燥とは

「葉枯らし乾燥」とは、伐木後枝葉をつけたまま一定期間林内に放置し、枝葉が黄変し、または赤変して枯れるまで自然乾燥させるもので、一般にアク抜き、又は渋出しと称する乾燥処理法である。

### 2. 葉枯らし乾燥の必要性

伐採直後の木材は、多量の水分が含まれている。木材は水分量によって膨脹・収縮する。生材のまま使用すれば乾燥するにつれて収縮し、製材品に隙間や狂い、割れなどが発生する。また、生材のままではカビが生じ易く、腐蝕する危険も大きくなる。

こうしたことを防ぐためには、木材をあらかじめ十分乾燥しておく必要がある。このため、平成2年1月に「針葉樹の構造用製材の JAS 規格」が制定され、準備期間を置いて7月から施行されている。この中に、生産実態に合わせて表-5のように4区分の乾燥基準が設けられている。

表-5 乾燥基準

乾燥区分	含水率
D15	15%以下のもの
D20	20%以下のもの
D25	25%以下のもの
未乾燥材	上記以外のもの

### 3. 葉枯らし乾燥が見直される背景

スギの葉枯らし乾燥は、昭和20年代までは伐木運材の一工程としてほとんどの林業地で行われてきた。その第一目的は、材を乾燥させることにより集運材作業を容易にさせることにあった。また、吉野林業地で行われた「渋出し・アク抜き」といわれる材の色出しをするとか虫菌類の被害の軽減を図るなどが主要なものであった。

しかし、昭和30年代に入ってから、伐木運材作業の機械化の進展と樹皮の利用が低下したことから葉枯らし乾燥は衰退したといえる。

最近では、この葉枯らし乾燥が見直され、復活する林業地が増加している。この要因としては、まず第一に生材に比べて幾分高価に販売出来る可能性があること。また乾燥に伴う材の軽量化によって集運

材費が低下すること。さらに消費者ニーズとして高品質材志向が増加していることなどがあげられる。つまり、葉枯らし乾燥は付加価値向上策の一つとして注目されている。

#### 4. 葉枯らし乾燥のメカニズム

葉枯らし乾燥効果を樹木の生理面から見ると、樹木は伐倒後一定期間生きており、生理的機能を持ったまま急激に水分を失って、ついに機能を停止する変化の過程といえる。樹木の水分減少による生理的変化が成分に及ぼす影響は、エチレンが最も顕著と見られている。エチレンは心材形成や変色材形成の引金となっている。

また、外因による樹体の傷害でエチレンを投与した際には着色材が形成されて、デンプンの消失やベンゼン含有量の増加及びフェノール含有量の増加等が観察されている。

### 第3章 スギ葉枯らし乾燥の効果

#### 1. 含水率の減少

伐採後の葉枯らし乾燥日数に伴う含水率の減少経過は、図-10 のとおりである。

すなわち、スギの辺材含水率は葉枯らし乾燥日数にともない減少するが、心材含水率の減少は少ない。また、伐採の時期別によって異なり、7、8月の夏伐りのものが、9～11月の秋、冬伐りのものより減少率は大きい。7、8月伐採のものは、約2か月程度で最低含水率（約80%）に達するが、9、10月伐採で3か月、11月以降の伐採では約4か月を要するものと推定される。

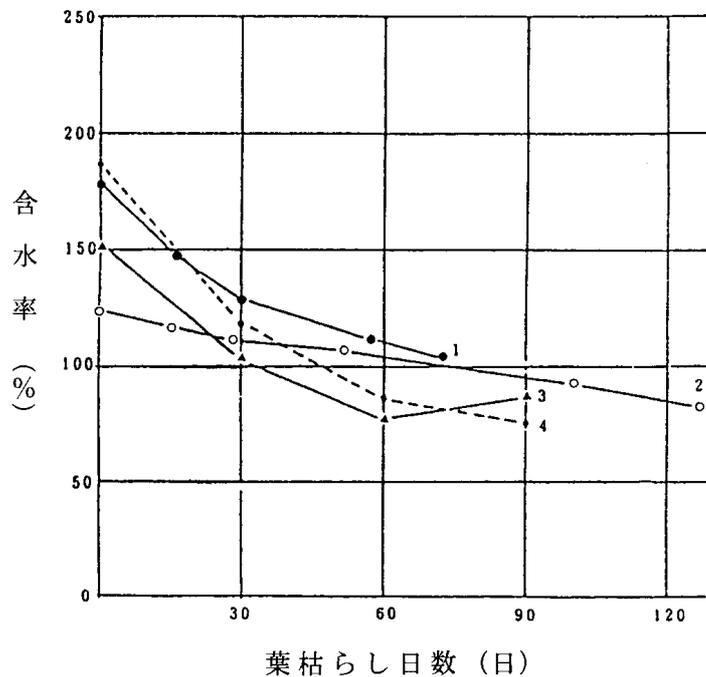


図-10 スギ葉枯らし材の乾燥経過

- (注) ① 供試木は枝葉付，樹皮付，赤心である。  
② 事例1はスギ35年生，直径26～32cm，9～11月，9本の平均値（徳島県）  
事例2はスギ67年生，直径26～35cm，11～2月，3本の平均値（徳島県）  
事例3はスギ70年生，直径28～40cm，7月～12月，3本の平均値（高知県）  
事例4はスギ23年生，直径12cm，8月～11月，2本の平均値（徳島県）

なお、生材、玉切り材及び葉枯らし材の含水率分布を比較すると図-11 のとおりである。すなわち、伐採後ただちに玉切りした材は生材とほとんど同じ含水率を示し、まったく乾燥していないが、葉枯らし材は辺材の含水率が急激に減少し、生材の約2分の1程度にまで含水率は減少するものと推定される。

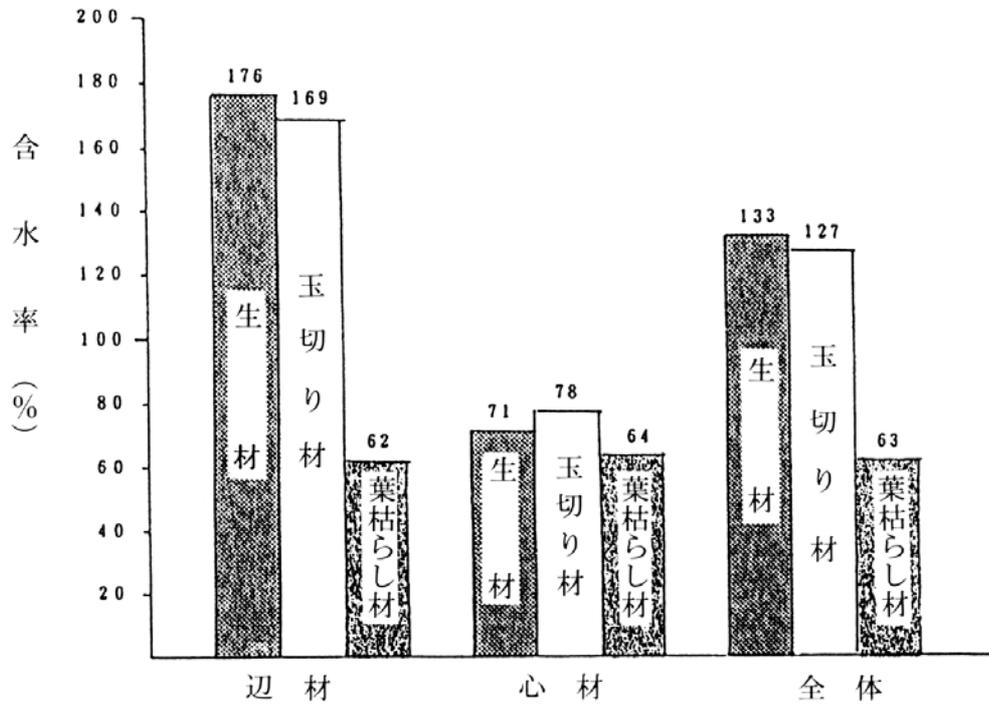


図-11 スギの生材の玉切り材及び葉枯らし材の含水率比較

- (注) ① 各供試木とも9月に伐倒した。  
 ② 生材の含水率は伐倒時のものである。  
 ③ 玉切り材及び葉枯らし材の乾燥期間は72日間である。  
 ④ 玉切り材(4m)の含水率は末口面から40cm内側から円板を採取して測定した。  
 ⑤ 葉枯らし材の含水率は元口面から40cm内側から円板を採取して測定した。  
 ⑥ 生材は10本、玉切り材と葉枯らし材は3本の平均値である。

## 2. 重量の軽量化

伐木後の葉枯らし乾燥日数に伴うスギの重量の減少経過は、図-12のとおりである。葉枯らし乾燥日数に伴う含水率の減少と同様に、重量は軽量化されてくるが、伐採時期によって差がある。7～9月の伐採では、約2か月で生材重量の約70%程度に減少するが、11月以降の伐採においては5か月以上は要するものと推定される。

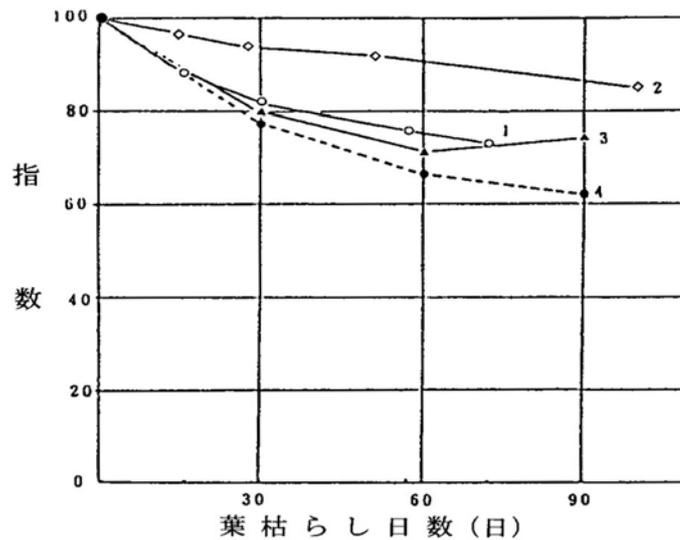


図-12 スギ葉枯らし材の重量経過

- (注) ① 供試木は枝葉付，樹皮付，赤心である。  
 ② 事例 1 はスギ35年生，直径26～32cm，9～11月，9本の平均値（徳島県）  
 事例 2 はスギ67年生，直径26～35cm，11～2月，3本の平均値（徳島県）  
 事例 3 はスギ70年生，直径28～40cm，7月～12月，3本の平均値（高知県）  
 事例 4 はスギ23年生，直径12cm，8月～11月，2本の平均値（徳島県）

### 3. 材色の変化

スギ葉枯らし材の材色効果については、図-13 のとおりである。スギ辺材の材色は葉枯らしにともない黄色度、赤色度ともに深色化する。また、心材の材色は伐倒時大きく分散していた材色が葉枯らしにより黄色度が減少し、赤色度が増加する方向に変化して、ほぼ 7.5YR に収れんすることが認められる。

これらのことから、葉枯らし乾燥は材色の改良に役立っており、古くから言われている渋が抜けるといった現象の要因の一つとして推察される。

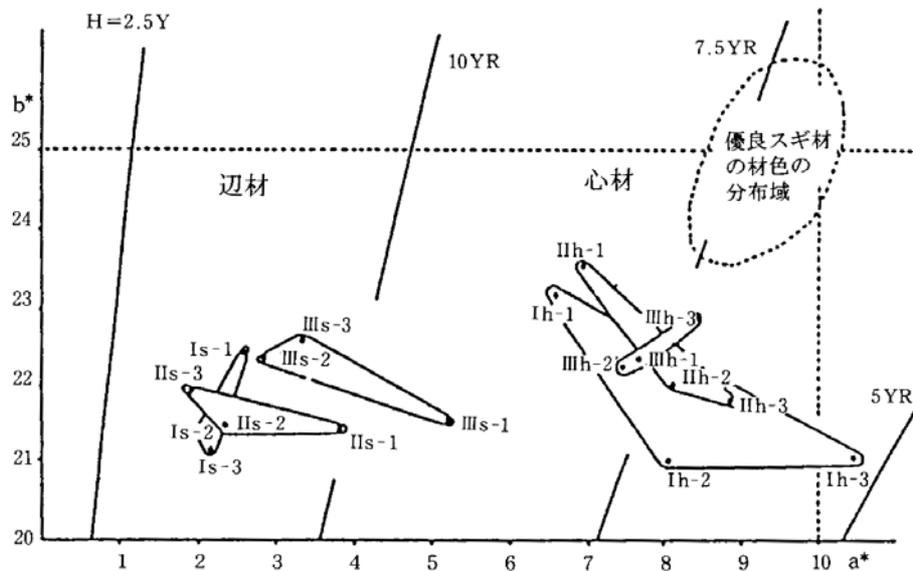


図-13 スギ葉枯らし材の材色変化

(注) I : 7月31日伐採区新鮮材, II : 1カ月葉枯らし区, III : 3カ月葉枯らし区,  
s : 辺材, h : 心材, 1 : 地上高0.5m, 2 : 地上高4.7m, 3 : 地上高9.1m

#### 4. 虫菌類被害の軽減

木材の防腐防虫効果については、従来から剥皮による効果と考えられてきたため、剥皮しない葉枯らし材の虫菌害が心配されている。しかし、剥皮しない葉枯らし材においても防虫防菌の効果があると言われている。スギ葉枯らし材の化学的成分の測定から、特に、葉枯らし乾燥に伴う大きな変化が認められるものとして、辺材部の澱粉含有量があげられている。

葉枯らし乾燥の3か月後における澱粉含有量の変化をみると表-6及び図-14のとおりである。スギ葉枯らし乾燥後（3か月後）の澱粉含有量は、辺材において著しく減少することが認められる。

一般に澱粉含有量の多い木材は、青変菌やキクイムシ類の被害を受けやすいと言われており、辺材における澱粉含有量の葉枯らし乾燥に伴う減少はこれらの害を減少させる効果をもたらせる一要因となるものと考えられる。

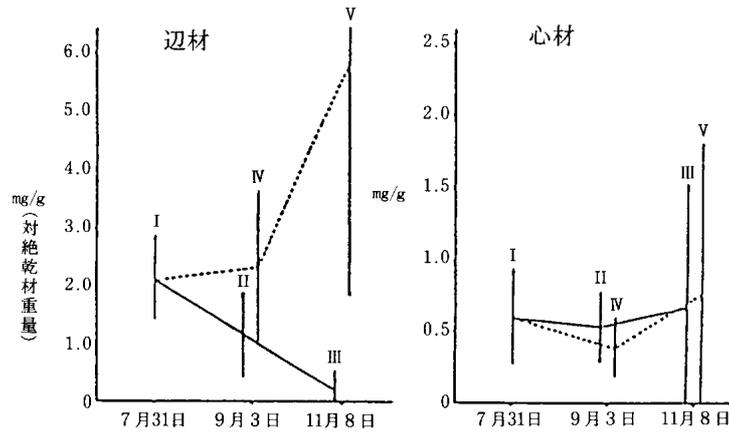


図-14 スギ葉枯らし材及び対象区材の澱粉含有量  
(絶乾材1g中の澱粉含有量)

(注意) I : 7月31日伐採新鮮材 , II : 1カ月葉枯らし区, III : 3カ月葉枯らし区,  
IV : 1カ月対照区新鮮材, V : 3カ月対照区新鮮材

表-6 スギ辺材部のデンプン含有量

(単位 : mg/g)

伐倒月	生 材		葉枯らし材		枝払い材		比 率
	含有量	比 率	含有量	比 率	含有量	比 率	
1月	1.54	100	2.16	140	1.84	119	
2月	1.78	100	2.64	148	0.86	48	
3月	1.49	100	1.43	96	0.81	54	
4月	2.79	100	0.76	27	0.28	10	
5月	2.51	100	0.90	36	0.59	24	
6月	3.00	100	0.68	23	0.26	9	
7月	3.15	100	0.16	5	0.13	4	
8月	1.43	100	0.17	12	0.22	15	
9月	0.96	100	0.22	23	0.37	39	
10月	0.91	100	0.54	59	0.66	73	
11月	0.52	100	0.45	87	0.50	96	
12月	1.11	100	1.53	138	1.31	118	
平均	1.77	100	0.97	55	0.65	37	

(注)①生材は伐倒時のもの,葉枯らし材は3か月葉枯らし乾燥したもの,枝払い材は枝葉を除去し3か月自然乾燥したものである。

②デンプン測定用資料は元玉材(4メートル材)の末口部から厚さ5センチの円板を採取し,その辺材部を用いた。

③デンプン定量法は過塩素酸抽出/ヨウ化カリ比色法による。

## 5. 製材品の人工乾燥コストの節減

安定した品質の乾燥材の供給を目指すためには、乾燥材の含水率に関する基準が必要である。構造用材や造作用材等は含水率 15% (全乾法) 程度まで乾燥してから建築するのが理想であるが、心持ち柱角・はり・けた等の大断面材をこのレベルまで乾燥することは、技術的、経済的にも容易でない。

そこで、スギの柱角 (生材) を含水率 20~25% 以下 (含水率計による) まで人工乾燥する場合を想定し、それに必要な経費を試算すると表-7 のとおりである。

さらに、葉枯らしした原木から製材した柱角を人工乾燥すれば、どれだけの経費の節減が見込めるかを試算すれば表-8 のとおりである。

以上のことから大体の目安として、葉枯らしを 50 日間実施したスギ原木から製材した 12 センチ柱角の人工乾燥コストは、普通材に比べて 16~33% 減 (含水率 25% の場合) と算定され、製材品の乾燥コストに対する葉枯らし効果は少なくない。

表-7 スギ心持ち柱角 (生材) の除湿乾燥経費概算

初期含水率 (%)	含水率計による含水率 (%)	全乾法による推定平均含水率 (%)	公称寸法 (cm)	所用日数 (日)	乾燥経費 (円/m <sup>3</sup> )
110	20以下	25-40	10.5	17	9,600
			12.0	22	12,400
	25以下	30-55	10.5	12	6,800
			12.0	15	8,400

(算定基礎)

(1) 設備償却, 金利, 管理費含まず。

(2) 乾燥室 14m<sup>2</sup> × 2 室

人件費 (操作者 30万円 × 0.3 + 棧積み作業員 1万円 × 8 人日) : 17万円/月

電力料等 (15,000KWh × 20円) : 30万円/月

月額単価 (17万円 + 30万円) : 47万円/月

日額材積単価 (47万円 ÷ 28m<sup>3</sup> ÷ 30日) : 560円/m<sup>3</sup>・日

表-8 スギ葉枯らし材の人工乾燥経費節減効果

(12センチ心持ち柱角についての試算)

製材用原木	柱角の初期含水率 (全乾法) (%)		人工乾燥 (除湿式)	
	夏季伐倒	秋季伐倒	低減日数	低減経費
			(日)	(円/m <sup>3</sup> )
生材	100	120	3~6	1,380~2,760
葉枯らし材	65	95		

(注) 葉枯らし期間: 50日間

心材率: スギ65%とする。

乾燥の仕上げ含水率: スギ25%以下の場合, いずれも電気式含水率計による。

人工乾燥経費単価 {(電力料30万円 + 人件費9万円) / 28m<sup>3</sup> × 30日} : 460円/m<sup>3</sup>・日



写真－５ スギ柱角の人工乾燥試験（林業総合技術センター）

## 6. 販売価格の向上

葉枯らし材の販売価格と普通材の販売価格とを比較した事例をあげると、表－9のとおりである。

葉枯らし材は普通材に比べほとんど変わらないものもあるが、なかには10%から材種によっては20%も高く販売されているものがある。特に、優良材を葉枯らし乾燥するとその効果が大きいようである。今後、葉枯らし乾燥が増加してくると、葉枯らしの効果の大きい材が明らかになり、さらに量的にまとまるようになれば別仕分けとなって、高く評価されてくるものと考えられる。

なお、徳島県における平成元～2年度の葉枯らし材約20,000立方メートルの販売実績からみると、林齢による年輪幅や材色などによって固体差が大きく、1立方メートル当りの販売価格は23,000円から72,000円までと約3倍の格差があり、平均販売価格は1立方メートル当り約40,000円となっている。

表－9 国有林におけるスギ葉枯らし材の販売事例

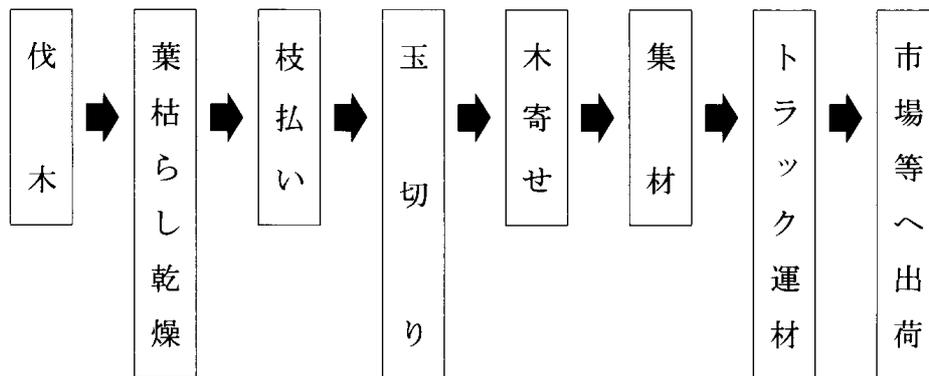
営林署(局)	樹齢	処理月日	玉切月日	処理材価格/無処理材価格(円/m <sup>3</sup> ) または価格比
処理；葉枯らし				
(1)秋田(秋田)	60	8月上旬	10月上旬～下旬	元玉；108%，2番玉；109%
(2)水窪(東京)	98	1月下旬	4月上旬～5月上旬	40,100/36,000(111%)
(3)新城(名古屋)		7月下旬	9月下旬～10月上旬	普通材；32,851/32,000(103%)
(4)高知(高知)		7月中旬	10月中旬	径級 12cm以下；100% 13～16cm；112% 18～22cm；120% 24～28cm(元玉)；121% 24～28cm；101% 30cm上(元玉)；128% 30cm上；113% 平均；116%

## 第4章 スギ葉枯らし乾燥の実務

### 1. 作業手順の決定

葉枯らし乾燥を実施するためには、伐出作業を一時中断する必要がある。すなわち、立木を伐倒した後一定期間林内に放置し、枝葉が黄色または赤色に変色した後に枝払いと一定の寸法に玉切りしなければならない。さらに、一定箇所に集積し、原木市場などの目標地点まで運搬した上、長径級別にはい立をして生産を完了することとなる。

作業仕組みは地域や地形また作業規模等によって一様ではないが、標準的な作業手順を示すと次のとおりである。



### 2. 伐採の時期

昭和61年12月の森林所有者を対象としたアンケート調査によると、春伐り(3月)2%、夏伐り(7~8月)10%、秋伐り(9~11月)55%、寒伐り(1~2月)33%となっており、本県の場合は秋伐りが主体を占めている。

葉枯らし乾燥を実施する場合には、葉枯らし期間の長短を考慮すれば年間を通じて伐採することが可能である。しかし、樹皮付き材の場合は虫菌害防止のため梅雨期の伐採を避けることが望ましい。

### 3. 伐採の方法

伐採の方向は山側でも谷側でも、乾燥の程度はあまり変わらない。しかし、谷側方向に倒すと葉が重なり、下積みの木は蒸散量が制限され、葉枯らしの効果は小さくなる。

葉枯らし乾燥効果をより大きくするためには、伐倒木の梢頭部が山の傾斜面の上方に向くように伐倒し、その伐り口の下端は伐り株の上に乗せて土に着かないように処置することが重要である。

### 4. 伐倒木の枝払いと剥皮

枝葉が多い程葉枯らし乾燥効果が大きいことから、梢頭部の枝葉は出来るだけ多い方が良い。従って、一般には枝払いをしないか又は、枝払いをする場合でも、6メートル程度までは必ず枝葉を残すことが必要である。

なお、剥皮については、材面の干割れや損傷防止の面を考慮すれば、皮付きのまま葉枯らしする方が得策である。

## 5. 穿孔性害虫の予防

葉枯らし乾燥を実施する際の問題点の一つとして穿孔性害虫の予防技術の確立が上げられる。

スギ伐倒木に被害が認められる主な害虫は、ハンノキクイムシ、トドマツオオクイムシ、オオゾウムシ、ヒメスギカミキリ等の穿孔性害虫である。

誘引トラップ（誘引剤は $\alpha$ -ピネンを主成分とするマダラコールとエチルアルコール、誘引器は黒色湿式）によるクイムシ類等の成虫捕獲調査によると2器の誘引器で捕獲した成虫の種類は約20種となり、1年間の総捕獲数は3,509頭であった。主な種類別の月別捕獲数は、表-10及び図-15のとおりである。

なお、主要な穿孔性害虫の生態は図16-1、16-2のとおりで、早いものは4月中旬から産卵を開始する。従って、遅くとも4月中旬までには、葉枯らし乾燥を完了（1月までに伐採完了）しておく必要がある。

次に、一般的な虫害予防法を示すと次のとおりである。

### ① 伐倒木の剥皮

クイムシ類には効果はないが、オオゾウムシやヒメスギカミキリの被害は完全に防ぐことができる。

### ② 伐採時期の調整

1月中旬までに伐採すれば、デンプン含有量の減少による防虫効果によって被害は受けにくい。

### ③ 薬剤散布

MEP1.5%乳剤を600cc/m<sup>2</sup>の割合で樹皮表面に散布すると最低2か月間は予防効果がある。

表-10 主要な穿孔性害虫の月別捕獲数

(単位：頭，%)

区分 月	峰筋 (日当り部)			谷筋 (日陰部)			総 計			摘 要
	計	キクイムシ類	ゾウムシ類	計	キクイムシ類	ゾウムシ類	計	キクイムシ類	ゾウムシ類	
1月	1	1	0	1	1	0	2	2	0	
2月	96	95	0	280	278	0	376	373	0	
3月	165	164	0	630	629	0	795	793	0	
4月	102	52	7	286	265	2	388	317	9	
5月	247	139	8	370	283	6	617	422	14	
6月	178	138	4	365	314	4	543	452	8	
7月	230	151	6	264	6	6	494	157	12	
8月	79	55	1	171	80	7	250	135	8	
9月	10	2	2	18	8	1	28	10	3	
10月	4	1	0	7	2	0	11	3	0	
11月	2	0	0	3	0	0	5	0	0	
12月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計	1,114	798	28	2,395	1,866	26	3,509	2,664	54	
比率	32			68			100	76	2	

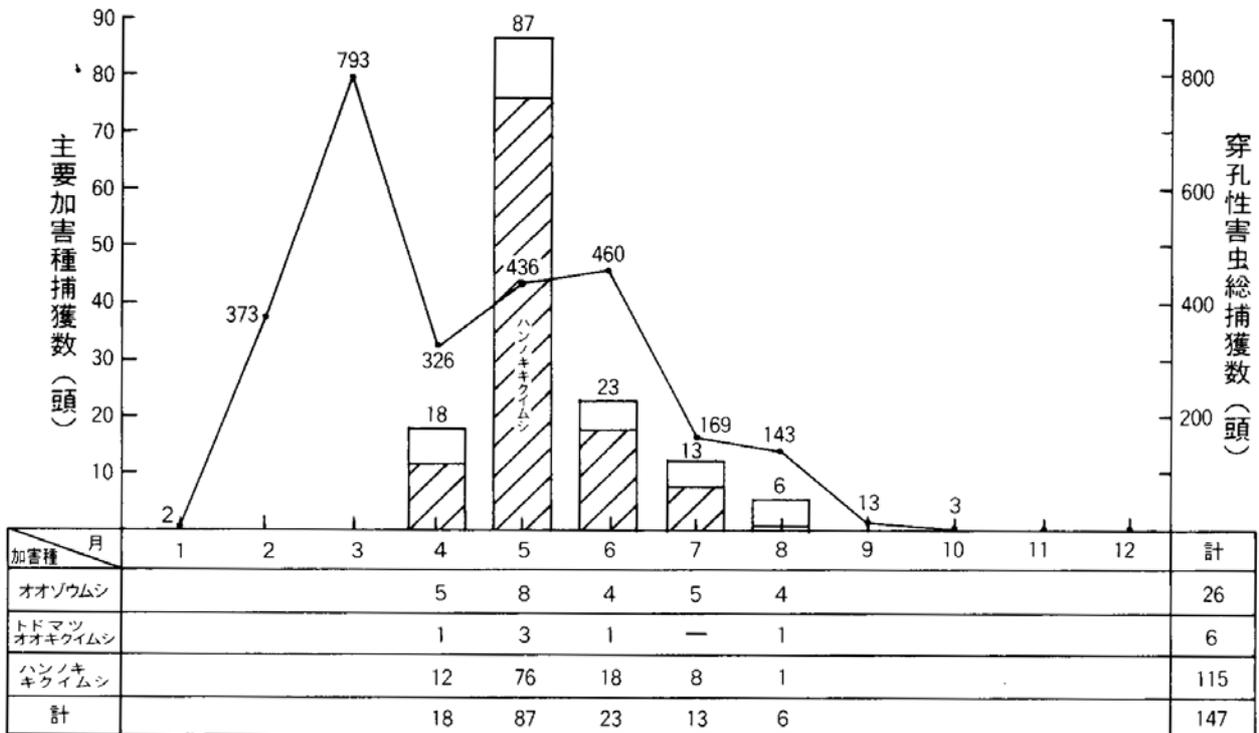


図-15 主要な穿孔性害虫の月別捕獲数



写真-6 黒色湿式の誘引器

図-16-1 スギ丸太を加害する穿孔性害虫の生態

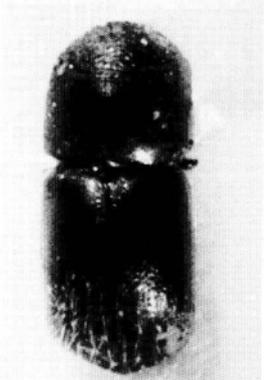
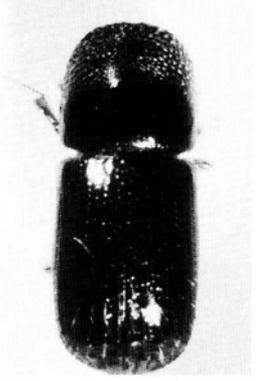
区分	成虫	生態
ハンノキクイムシ	 <p data-bbox="375 806 774 840">写-7 ハンノキクイムシの成虫</p>	<p data-bbox="798 369 1284 582">成虫は短円筒形、体長は約2～3mmで光沢のある黒色。成虫は年2回発生するが、第1回目の発生期の被害が多い。新成虫は生まれた旧孔内で越冬し、4月中～下旬頃に脱出する。</p> <p data-bbox="798 593 1284 705">穿入は材の中心に向かって、やや厚みのある不正形な共同孔をつくり、アンブロシア菌を繁殖させた後産卵する。</p> <p data-bbox="798 716 1284 840">この虫が排出する木屑は灯芯様の白粉の固まった長円筒状である。幼虫は夏期に新成虫となる。</p>
トドマツオオクイムシ	 <p data-bbox="375 1254 774 1288">写-8 トドマツオオクイムシの成虫</p>	<p data-bbox="798 862 1284 1075">成虫は円筒形で、体長3.6～4.0mm黒色で光沢が強く、剛毛を疎生する。成虫は年2回の発生で、5月中、下旬に羽化し、適当な丸太を見つけると樹皮より材内に穿孔し、1.8mm内外の虫孔を形成する。</p> <p data-bbox="798 1086 1284 1243">産卵はあらかじめ分枝孔の中にアンブロシア菌を繁殖させてから行う。ふ化した幼虫は7～8月頃に成虫となり、交尾した後に脱出する。</p>
オオゾウムシ	 <p data-bbox="406 1668 742 1702">写-9 オオゾウムシの成虫</p>	<p data-bbox="798 1310 1284 1489">成虫は14～25mmの大形のゾウムシで灰褐色ないし灰黒色、口吻は長くてやや下方に湾曲している。成虫は年中生息しており、産卵の最盛期は梅雨期で、丸太の粗皮下に産卵する。</p> <p data-bbox="798 1500 1284 1657">ふ化した幼虫は、はじめ直径1mm以下の小さな孔を穿って、材の中心部に向かって穿孔、心材部に近づくとも年輪に沿って迂回し、最終的には10mm以上になることもある。</p>

図-16-2 スギ丸太を加害する穿孔性害虫の生態(生活史)

虫月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	摘要
オオゾウムシ	第1年	+	+	+	+	●	●	●	-	-	-	-	-	
	第2年	-	-	-	-	-	-							
トドマツ オオキクイムシ	第1年				+	+	●	●	●					
	第2年					◎	◎							
ハンノキ キクイムシ	第1年				+	+	+	+	+					
	第2年				●	●			●	●				
ヒメスギ カミキリ	第1年				+	+	+							
	第2年				●	●	●							

(注) +…成虫 ●…卵 -…幼虫 ◎…蛹 ×××…加害期

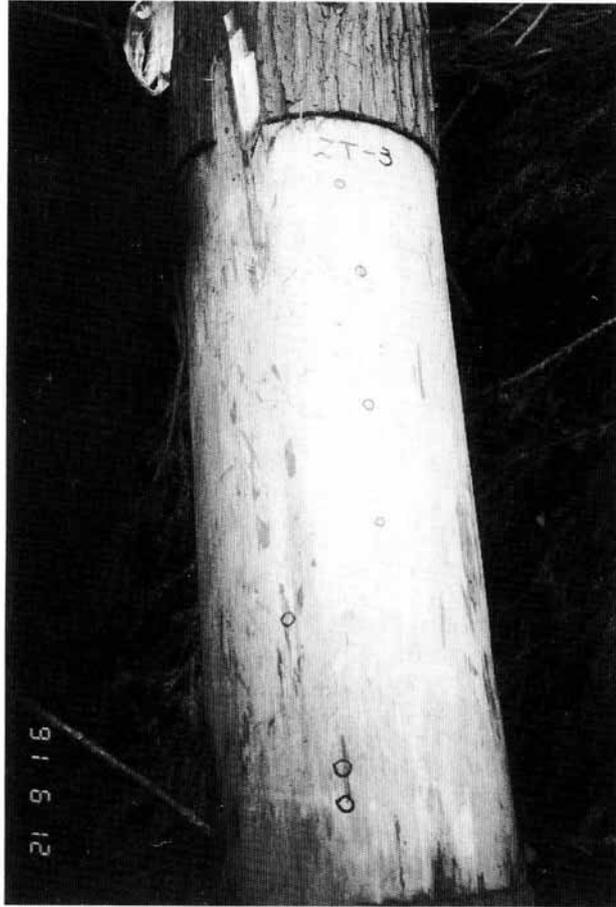


写真-10 ハンノキクイムシ、トドマツオオクイムシの被害材

写真-11 オオゾウムシの被害材

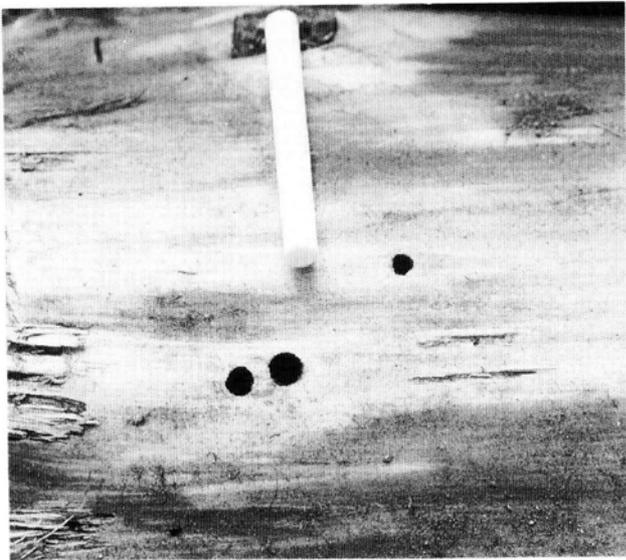


写真-12 オオゾウムシの幼虫



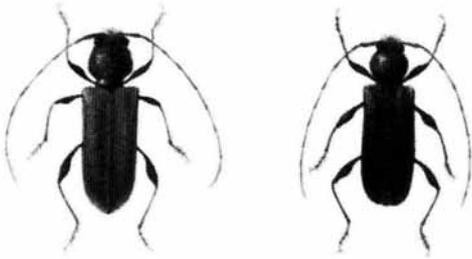


写真-13 ヒメスギカミキリの成虫（左が雌，右が雄）



写真-14 ヒメスギカミキリの幼虫



写真-15 ヒメスギカミキリの被害材

#### ヒメスギカミキリの生態

発生は年1回、成虫は4～6月に現れ、雌は剥離した樹皮下に産卵する。ふ化した幼虫は樹皮下に食入し、辺材にそって扁平な孔をうがって加害する。老熟幼虫は7月頃から材部に食入し、3週間内外の蛹期間を経て成虫となり、そのまま越冬し、翌春材中より脱出する。

## 6. 葉枯らし乾燥の実施基準

スギ葉枯らし乾燥材の生産に当たっては、次の実施基準によって実施することが望ましい。

### (1) 葉枯らし乾燥の目的

木材の含水率を軽減することにより、ねじれ、反り、狂いといった欠点を少なくするとともに、スギ材独特の色・艶の向上を図ることにより徳島スギの付加価値を高めるものとする。

### (2) 葉枯らし乾燥の実施基準

### ① 伐採時期

乾燥の程度からみると7月中旬の梅雨明けから9月中旬が適期（最適期は8月下旬から9月上旬）である。穿孔性害虫の予防面からは2～6月における伐採は避けることが望ましい。特に4～6月は穿孔性害虫の生息密度が最も高いので、材の玉切り・搬出には十分注意する必要がある。

### ② 伐倒方向

原則として、伐倒木の梢端部を峰方向に伐倒するものとする。ただし、作業の安全確保については、十分に留意するものとする。

### ③ 伐倒木元口の取扱い

元口は出来るだけ伐根の上に置き、直接地面に触れないようにする。

### ④ 梢端部枝葉の程度

梢端部の枝葉は樹高の30%以上を残すものとする。

### ⑤ 葉枯らし乾燥期間

原則として、目標含水率を80%に置き、少なくとも夏期では2か月、春・秋期では3か月、冬期では4か月以上とする。

## 7. 葉枯らし乾燥の経済性

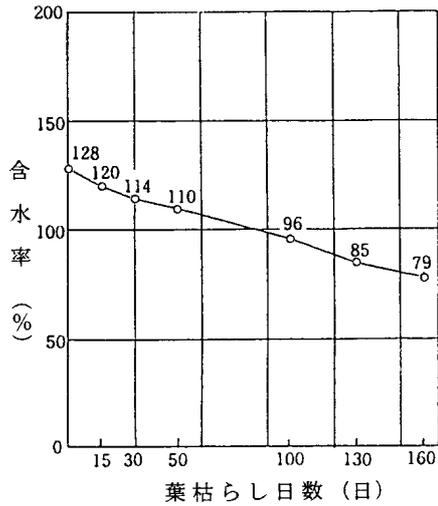
### (1) 乾燥効果

M氏のスギ葉枯らし材生産の実行事例から、その乾燥効果と経済性を検討すると、次のとおりである。

スギ葉枯らし乾燥の実行結果は、図-17及び図-18のとおりである。

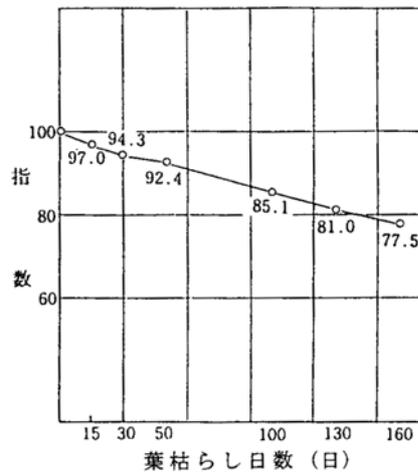
このデータは、スギ葉枯らし材の生産現場から供試木3本を選定し、全乾重量計測の都合上谷間の土場（平地）に置き、昭和61年11月17日から5か月間自然乾燥して、約30日毎に2tのつり秤で測定したデータである。

約5か月間におけるスギ葉枯らし乾燥の効果をみると、日当たりと風通しが悪い谷間であったため、生産現場より乾燥経過が遅かったものの、含水率は生材時の128%から79%と約4割も減少し、重量においては生材時の約77%と軽量化された。



- (注) 1. 供試木は、スギ70年生、平均胸高直径31.6cm、平均樹高26.2m、3本の平均値である。  
 2. 供試木はすべて赤心、枝葉・樹皮付で、昭和62年11月19日に伐採した。

図-17 スギ葉枯らし材の乾燥経過



(注) 図2の注と同じである。

図-18 スギ葉枯らし材の重量経過

(2) 経済性

聞き取り調査及び素材生産費調査から収支計算を推計すると表-11のとおりである。

1立方m当りの支出総計は16,270円となり、間接経費が約41%の6,720円高く、直接経費が約59%の9,550円である。

労務費が比較的少ないのは、賃金が伐木・造材、木寄せ、集材ともに8,500円と定額であり、平均単木材積が0.8立方mと大径木であったことによる。また、運材費が多いのはいったん貯木場に集積し、そこで選別、仕訳し、各市場及び工務店へ出荷していることによる。(生産現場から貯木場までが1立方m当り900円、貯木場から市場までが1,800円である)

市場価格は、生産された葉枯らし材の径級割合別にみると、小丸太(14cm未満)が全体の約10%で20千円、中丸太(14~30cm)が全体の約70%と多くて30千円で、大丸太(30cm以上)は全体の20%程度あり、その価格は普通材の約2割程高い90千円で販売されている。従って、素材販売価格の平均は1立方m当り41千円程度と推定される。

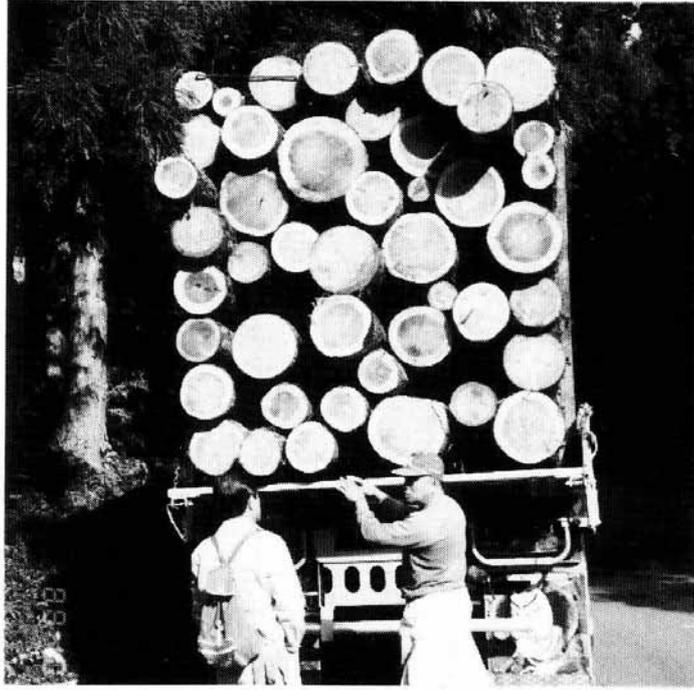


写真-16 スギ葉枯らし材の出荷

表-11 スギ葉枯らし材生産の収支計算

項		目		1 m <sup>3</sup> 当り 単 価	比 率	備 考
支	直 接 経 費	労 務 費	伐木・造材	2,100円	12.9%	
			集 材	3,000	18.4	
		小 計	5,100	31.3		
	物 品 費	固 定 資 産 償 却 費	1,500	9.2		
			消 耗 材 料 費	250	1.5	
		小 計	1,750	10.8		
	運 材 費	2,700	16.6			
計	9,550	58.7				
出	間 接 経 費	市 場 手 数 料	2,870	17.6	販売額の7%	
		は い 積 料	800	4.9		
		労 災 保 険 料	680	4.2	労務費の 134/1,000	
		そ の 他	2,370	14.6		
	計	6,720	41.3			
支 出 総 額				16,270	100.0	
販 売 額				41,000		
差 引 額				24,730		
経 費 率					39.7	
収 益 率					60.3	

## 8. 葉枯らし材の流通

平成元・2年度の葉枯らし材生産・調査実証事業結果からスギ葉枯らし材の流通の現状をみると、表-12のとおりである。

すなわち、原木市売市場への出荷が増加して約60%、地元の製材工場に付け売りしたものが約30%、県外移出（奈良・和歌山県）が約10%となっている。

スギ葉枯らし材の流通の主体は、地元製材工場への付け売りから原木市売市場へと変化してきている。今後、葉枯らし材生産の増加とともに、市場への出荷量も増加し、葉枯らし材の評価は段々と高まってくると考えられる。

市場での一般的な評価としては、スギの場合、目あいと色あいが大きなポイントとなっていることから、スギ葉枯らし材も目あいの良い材であれば、一層評価は高くなる。今回の調査結果をみても、60年生を越える葉枯らし材では比較的安定した価格で取引されている。

表-12 スギ葉枯らし材の流通の現状

(単位：販売量m，比率%)

区 分		販 売 量	比 率	摘 要
原木市売 市場	森林組合共販所	3,800	19	
	(株)ゲンボク	4,700	24	
	(株)大一木材	1,000	5	
	三好木材センター	2,200	11	
	小 計	11,700	59	
製材工場	森林組合工場	1,000	5	
	地元製材工場	4,800	24	
	小 計	5,800	29	
県外移出	奈良・和歌山県	2,300	12	
合 計		19,800	100	

(注) 平成元・2年度葉枯らし材生産調査・実証事業結果による。

## 第5章 スギ葉枯らし材生産の課題と方向

本県のスギ人工林の資源は、平成2年度末現在で面積が約14万ヘクタール、蓄積が約2,760立法メートルとなっている。これは、県内の総森林面積に対して47%、総蓄積に対して67%を占め、樹種別では最も多い。また、スギ人工林の分布は県内全域に及んでいる。

しかし、スギ人工林は相対的に若齢林分が多く、伐期に達して供給される量はそれほど多くない。

本県における樹種別素材生産量の推移を示すと表-13のとおりである。最近のスギ材生産量は、昭和55年度以降年間約20万立方メートルで推移し、針葉樹素材生産量の約6割を占めている。

表-13 樹種別素材生産量の推移

(単位：千m<sup>3</sup>)

年次	総数	針葉樹					広葉樹
		小計	スギ	ヒノキ	マツ	その他	
55	416	314	205	40	51	18	102
56	405	308	196	32	68	12	97
57	414	324	212	33	71	8	90
58	463	370	210	31	122	7	93
59	470	367	195	27	137	8	103
60	539	433	205	36	182	10	106
61	536	417	203	37	170	7	119
62	489	380	198	27	148	7	109
63	544	433	285	34	112	2	111
元	466	347	215	22	102	8	119
2	425	318	217	19	78	4	107

資料：徳島農林水産統計年報（徳島農林統計協会発行）

森林資源の現状から予測すると、10年後における針葉樹人工林の適正伐期以上の林分は現在の約2倍へと増加する。このため、今後もスギ材生産量は、資源の充実とともに増加する傾向にあるといえる。

以上のようなスギ人工林の現状を踏まえ、この徳島スギの需要拡大を図り、かつ付加価値を高めるためには、「徳島スギ」としての銘柄化づくりが益々重要となってくる。その第一歩として、乾燥材としての「徳島スギ」のイメージアップから取り組むことが必要となっている。

こうしたことに対応して、本県では平成3年度から「乾燥材 CI 戦略」を展開している。このねらいは、優良乾燥材にイメージリーダーの役割を持たせることにより、県産材のレベルを向上させ、かつ、全体の需要を掘り起こしていこうとするものである。

この CI 戦略の基本理念は、次のとおりである。

- ① 工業製品としての狂い・割れ・収縮のない県産材のイメージの定着
- ② 葉枯らし乾燥から人工乾燥までの林材業界が一体となったイメージの定着
- ③ 消費者が商品に求める高品質なイメージの定着

また、これにマッチする本県乾燥材のネーミングとして「EX 徳島ドライウッド」を採用し、関係者が一体となって取組むこととしている。

なお、葉枯らし材生産を推進するに当たっての課題としては次の点があげられる。

- ① 品質基準を確立する。
- ② 安定供給体制を整備する。
- ③ 流通・販売を確立する。

今後とも、こうした徳島スギの需要拡大の基本的な方向の中で、葉枯らし乾燥の重要性を普及するとともに、乾燥材「徳島スギ」の定着化を積極的に推進することとしている。

## 《参考・引用文献》

1. 加島繁太郎・清水利久：秋田の伐木運材 日本木材加工技術協会（1953）
2. 榊 源助：わが吉野川上林業 大日本山林会（1970）
3. 林業試験場：ヤナセスギ丸太を食害する害虫の防除法 昭和 52 年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書（1978）
4. 伊藤一雄：藍野祐久：原色樹木病虫害図鑑（1982）
5. 鷺見博史：見直される“葉枯らし”“巻枯らし”による素材の乾燥 林業技術 No524（1985・11）
6. 阪井茂美・山本雅彦：スギ丸太の林内乾燥試験 徳島県林業総合技術センター研究報告第 23 号（1985）
7. 野淵 正：Cytological studies on heart wood formation（1985）
8. 農林水産省林業試験場木材部乾燥研究室：葉枯らし試験に関する中間報告（1986）
9. 高橋昌隆：丸太害虫と被害の予防 徳島県林業通信（1986）
10. 酒井孔三：スギ・ヒノキ丸太を加害する穿孔性害虫の防除 森林防疫 No412（1986）
11. 中野達夫：葉枯らしの方法と効果 山林 11 月号（1987）
12. 野地清美・松岡良昭・山崎俊二：針葉樹の林内乾燥 高知県工業試験場研究報告 No18（1987）
13. 阪井茂美：スギ丸太の林内乾燥試験 徳島県林業総合技術センター研究報告第 25 号（1987）
14. 佐藤尚史：スギ葉枯らし材生産の現状と課題 第 23 回徳島県林業改良普及活動実績発表会資料（1987）
15. 鷺見博史：木材乾燥と葉枯らし 現代林業 10 月号（1987）
16. 佐藤尚史：葉枯らし乾燥に取り組む林業クラブ青年部 現代林業 10 月号（1987）
17. 佐藤尚史：葉枯らし材生産のすすめ 徳島県林業通信（1987）
18. 佐藤尚史：葉枯らし乾燥試験結果の概要（その 1） 徳島県林業通信（1987）
19. 徳島県：スギ葉枯らし乾燥の手引き（1988）
20. 佐藤尚史：葉枯らし乾燥試験結果の概要（その 2） 徳島県林業通信（1988）
21. 林業試験場：スギ・ヒノキ材の葉枯らし、巻枯らし等林内乾燥試験 昭和 61 年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書（1988）
22. 佐藤尚史：葉枯らし材の生産と販売 身近な最新技術事例集（1988）
23. 佐藤尚史：スギ葉枯らし乾燥実証実験 徳島県林業通信（1989）
24. 衣浦晴生・豊島義之・肘井直樹：誘引トラップによって捕獲されたキクイムシ類 第 100 回日本林学会発表論文集（1989）
25. 野平照雄：松くい虫誘引剤によるキクイムシ防除の可能性 現代林業 12 月号（1989）
26. 久田卓興：スギ並材の乾燥による高付加価値化（1989）
27. 大熊幹章・有馬孝礼・信田 聡・中村昇：木造住宅における木造乾燥の実態とその適正化に関する調査研究（1989）

28. 佐藤尚史：普及・研究機関、林家が一体になって 普及双書・葉枯らし乾燥（1990）
29. 佐藤尚史：平成元年度葉枯らし材生産・調査実証レポート 徳島県林業課（1990）
30. 須川豊伸：スギおよびカラマツ仮導管壁孔の閉鎖率について 建築用針葉樹材の乾燥に関する資料集（1990）
31. 黒須博司・基太村洋子：スギの材色 スギ並材利用促進に関する資料集（1990）
32. 佐藤尚史：平成2年度 葉枯らし材生産・調査実証レポート 徳島県林業課（1991）
33. 佐藤尚史：スギ葉枯らし材の穿孔性害虫調査 徳島県林業課（1991）

スギ葉枯らし乾燥の現地



スギ葉枯らし乾燥

