

---

大分県きのご研究指導センター

研 究 報 告

---

第 1 号

シイタケほだ木の育成段階における水分条件の影響

有 馬 忍

1999年2月

---

大分県きのご研究指導センター

大分県大野郡三重町赤嶺2369

## シイタケほだ木育成段階における水分条件の影響

有馬 忍

### Effect of moisture condition to incubate Shiitake bed-logs

Shinobu ARIMA

#### 要 旨

シイタケほだ木の育成段階における水分条件は、シイタケ菌の生育に大きな影響を与える。一般的に大分県では原木の伐採跡地でほだ木が育成されており、これまで育成段階のほだ木に対する効果的な水分管理は、栽培現場で実施されることはほとんどなかった。本研究はほだ木育成技術の安定化のための水分管理法を開発することを目的に行った。試験には大分県内で最も多く使用されているクヌギ原木および種駒(木片駒)を用いた。種駒からの最適なシイタケ菌の生育は、種駒白体の含水率が33.8~53.0%の時に見られたが、20%以下では伸長しなかった。一方、原木に接種された種駒含水率は、晴天下で急激に減少し、4日後には20%以下になった。育成中のほだ木はシイタケ菌の伸長により物理的な変化が見られ、効果的な散水量および間隔は異なると考えられた。春から入梅までの1年ほだ木に対しては、降雨がない場合に週2回の間隔で、1回当たり2時間の散水が効果的であると考えられた。種駒を接種した直後のほだ木に対する水分管理が最も効果的であることが判明した。

#### Summary

The moisutire condition of Shiitake (*Lentinula edodes*(Berk.) Peglar) bed-logs is important for mycelium growth. Incubation of bed-logs is commonly carried out at cutover in Oita prefecture, but the effective water sprinkling for incubated bed-logs was not done out in the fields. The effect of moisture content of bed-logs and spawn were studied for incubating at artificial spawn run area. *Quercus acutissima* Carruth. and plug spawn was used for Shiitake bed-logs cultivation in this study. The optimum moisture content for growth of Shiitake mycelia from plug spawn ranged from 33.8% to 53.0%. Mycelia could not grow when moisutire content was less than 20% in plug spawn. On the other hand, the moisture content of inoculated plug spawn suddenly decreased in fine days. It fell down below 20% after 4 days. Incubated bed-logs was physically changed by growth of Shiitake mycelium. The effective water sprinkling for bed-logs between spring and summer was considered to be twice a week (2hr per each time). It was very important to control moisutire content directly after spawn inoculation.

Key Words: *Lentinula edodes* ; *Quercus acutissima* ; bed-log ; moisutire content

目 次	頁
I. はじめに .....	2
II. 育成段階におけるほだ木の物理的变化 .....	3
1. 材料および方法	
2. 結果	
3. 考察	
III. 活着・伸長初期の水分条件 .....	7
1. 接種後の種駒含水率の変化 .....	7
(1) 材料および方法	
(2) 結果	
(3) 考察	
2. 種駒の発菌と水分条件 .....	8
(1) 材料および方法	
(2) 結果	
(3) 考察	
3. 散水条件の検討 .....	19
(1) 材料および方法	
(2) 結果	
(3) 考察	
IV. 伸長中期・腐朽最盛期の水分条件 .....	21
1. 乾燥の影響 .....	21
(1) 材料および方法	
(2) 結果	
(3) 考察	
2. 過散水の影響 .....	23
(1) 材料および方法	
(2) 結果	
(3) 考察	
V. まとめ .....	24
VI. 引用文献 .....	24

## I. はじめに

山村の重要な収入源であるシイタケ(*Lentinula edodes* (Berk.) Peglar) を取り巻く情勢は、近年大きく変わろうとしている。中国をはじめとする外国産の急激な輸入増加、価格の低迷、生産者の高齢化および後継者不足、菌床栽培法の普及等により、原木を用いたシイタケ生産量は乾、生ともに漸減している。

大分県で行われているシイタケ原木栽培は、主に原木と

して使用されるクヌギ(*Quercus acutissima* Carruth.) の伐採跡地でほだ木を育成するのが一般的である。しかし、ほだ木育成期間が乾シイタケで約20ヶ月、生シイタケで約15ヶ月を要し、この間の気象条件がほだ木の良否に大きく影響する。伐採跡地でのほだ木育成は気象条件に対応した有効な管理が困難な場合が多く、生産の不安定要因の一つになっている。

これまで原木栽培に関する多くの研究は、伐採跡地でのほだ木育成を前提とした報告例が多い。今後原木栽培の最終目標を高品質、多収量生産とするなら、まずほだ木育成

の安定化技術を開発する必要がある。

これまでの研究成果により原木栽培に影響する多くの要因が明らかにされてきた。その中でも水分条件はシイタケに限らずきのこ栽培にとって重要であり、自然環境を利用した原木栽培においても比較的制御しやすい要因である。

本報告ではクヌギを利用した場合の水分条件とほだ木内のシイタケ菌の関係について述べる。

## II. 育成段階におけるほだ木の物理的变化

原木に接種された種菌は適当な温度、湿度条件下におかれると、シイタケ菌糸が表面に生育し、周囲の原木組織に接触する機会を得る。シイタケ菌糸はまず空隙割合の大きい篩管および導管内腔に侵入し、徐々に周囲の組織細胞を腐朽する。その後、順調に菌体量を蓄積したほだ木からは、子実体の発生が見られるようになる。シイタケ菌による材腐朽は伏せ込み場所および気象条件などの環境要因と培養基質である原木およびほだ木の組織、含水率等の多数の要因に強い影響を受けることがこれまでの研究例で明らかにされている(河内ら, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 小松ら, 1980, 本田ら, 1981, 1983, 岸本ら, 1984, 吉富, 1986, 福田ら, 1987, 1988, 大平, 1991, 有馬・松尾, 1992, 朝香ら, 1993, 有馬・石井, 1994)。したがって、長期間を要する野外の原木栽培試験は、再現性に乏しいことが多く、特にコナラ (*Quercus serrata* Thunb.) と比較してほだ木育成が困難とされている(本田ら, 1983, 古川, 1985, 吉富, 1986) クヌギを利用する場合、シイ

タケ菌がほだ木内で菌体量を増大させる最適条件は明らかにされているとは言えない。

本章では制御された環境条件下でほだ木を育成し、標準的なほだ木の腐朽度および水分状態を明らかにすることを目的とした。

### 1. 材料および方法

試験には直径8-12cm, 長さ1mのクヌギ原木に対して、2月下旬に市販木片駒(以下種駒, Y707号)を原木中央直径(cm)の約1.4倍量接種したほだ木を用いた。接種後直ちに温湿度が制御可能で散水施設を備えた室内栽培実験棟培養室(以下培養室)に搬入した(写真1)。ほだ木育成期間中の温度および湿度条件を表1に示した。

温度条件は各月の大分市平年値(大分地方気象台)を3時間毎にプログラム制御する変温培養とした。また、湿度条件は各月の大分市平年値の定値制御としたが、散水終了後4時間は無制御とした。散水は週2回間隔で、1回当たり30分散水区(A区)と1回120分散水区(B区)を設定した。単位時間当たりの散水量は両散水区とも約20mm/hrであった。

種駒接種直後から49週までの間、8週間毎および70週経過時点に以下の調査を実施した。なお、70週を経過したほだ木の含水率調査は実施せず、散水操作を繰り返すことによりシイタケ子実体の発生を誘導した。

#### (1) 含水率調査

含水率は両試験区のほだ木5本から種駒接種部を含む約1.5cm厚の円盤を採取し、樹皮、種駒、種駒、周辺材部

表1 培養室の月別温湿度設定値

月	温 度 (°C) <sup>1)</sup>									湿度 (%)
	0時	3時	6時	9時	12時	15時	18時	21時	平均	
1	3.0	3.0	5.0	8.0	8.0	9.0	7.0	5.0	5.5	65
2	4.0	4.0	30.0	6.0	9.0	10.0	8.0	6.0	5.9	66
3	6.0	6.0	5.0	9.0	12.0	12.0	11.0	9.0	8.8	68
4	11.0	11.0	11.0	14.0	17.0	17.0	16.0	14.0	14.0	71
5	15.0	15.0	14.0	19.0	21.0	22.0	20.0	18.0	18.2	74
6	19.0	19.0	19.0	22.0	24.0	24.0	23.0	21.0	21.8	79
7	24.0	24.0	23.0	27.0	29.0	29.0	28.0	26.0	26.1	80
8	24.0	24.0	27.0	30.0	30.0	30.0	29.0	26.0	26.8	78
9	21.0	21.0	20.0	24.0	26.0	26.0	25.0	23.0	23.2	78
10	15.0	15.0	15.0	18.0	21.0	21.0	19.0	17.0	17.8	74
11	10.0	10.0	10.0	13.0	16.0	17.0	14.0	12.0	12.7	71
12	5.0	5.0	5.0	7.0	11.0	12.0	10.0	7.0	7.7	67

1) 大分地方気象台平年値(大分市の1961~1990年の平均値)

(以下辺材部) シイタケ菌未伸長の辺材部 (以下未伸長部) および中心部の5つの部位を調査対象とした(図1)。

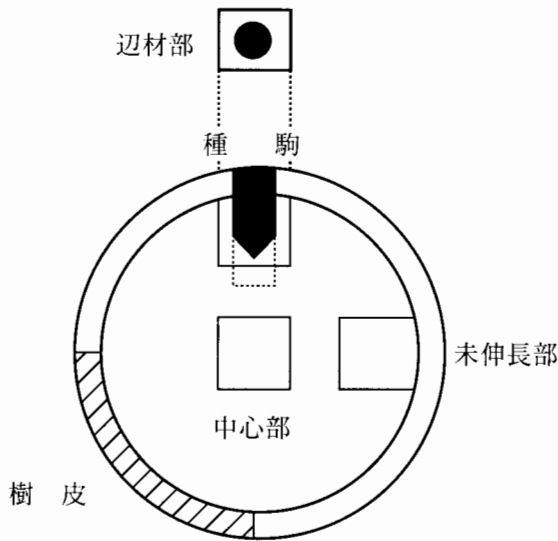


図1 含水率調査用サンプル採取位置

調査は期間中に実施する2回の散水の前後に行い、培養室に立てかけた各ほだ木の下部から、順次1枚ずつ採取した円盤から平均含水率を求めた。サンプル採取は辺材部、未伸長部および中心部は約1.5X1.5X1.5cm、樹皮は全体の約1/4量とした。サンプルの乾燥温度および時間は105℃、48時間以上とし、含水率は湿量基準で算出した。

#### (2) 蔓延率

材表面蔓延率は剥皮した5本または10本のほだ木から、

トレースにより1種駒当たりの平均伸長面積を求め、直径10cm、長さ1mの原木に14個種駒を接種したほだ木の蔓延率に換算した。木口面蔓延率は材表面蔓延率を調査した各ほだ木の両木口面から約10cm部分および中央部付近の種駒接種部を含む3枚の円盤を採取し、トレースにより求めた。

#### (3) 重量減少率

各試験区の直径約10cmのほだ木10本を重量減少率調査用に選定し、種駒接種直後および散水終了48時間経過後に重量測定を行った。対照区として、高圧滅菌処理した種駒を接種した原木(以下無接種木)についても重量減少率を求めた。

#### (4) 絶乾比重

絶乾比重調査は木口面蔓延率を求めた円盤より、種駒周辺部分の辺材からサンプル(1.5X1.5X1.5cm)を取り出し、JIS法に準拠して求めた。また、シイタケ菌の伸長が見られない未伸長部についても調査対象とした。

## 2. 結果

### (1) 含水率

育成期間中のほだ木の部位別含水率の推移を表2に示した。樹皮、種駒および辺材部の含水率は散水後に明らかに上昇し、散水時間の長い試験区Bのほだ木が試験区Aと比較して高い値で推移した。なかでも種駒含水率は散水前後で最も含水率の変化が大きかった。散水時間が短い試験区Aのほだ木の場合でも、種駒含水率は20%以上増加した。辺材部の含水率はほだ木育成期間が長くなると、散水前後

表2 ほだ木の部位別含水率の推移

経過週	試験区	樹皮	種駒	辺材部	未伸長部	中心部
1	A <sup>1)</sup>	22.1~26.6	34.0~55.0	34.9~36.1	32.5~32.7	38.4~39.5
	B <sup>2)</sup>	20.9~26.8	34.0~60.2	34.9~36.9	30.6~30.8	36.4~38.8
9	A	18.4~22.9	27.8~52.6	31.9~32.6	31.2~31.5	35.8~36.2
	B	19.5~24.4	32.4~53.9	32.0~34.2	31.5~32.3	37.5~37.6
17	A	18.8~24.0	27.6~53.1	31.5~32.4	29.9~30.8	36.8~37.5
	B	22.2~27.5	30.8~61.5	33.4~37.5	31.6~32.5	38.6~38.7
25	A	22.7~29.3	27.8~66.2	30.6~36.5	28.7~30.8	37.6~38.7
	B	23.1~29.5	34.5~57.5	32.4~34.8	31.1~32.4	39.1~39.6
33	A	21.8~27.1	35.3~51.7	28.9~32.8	25.4~28.4	35.4~36.3
	B	22.1~30.7	35.6~63.1	32.5~38.1	31.7~31.8	39.1~39.9
41	A	22.2~30.8	35.5~62.0	32.0~36.2	25.4~30.2	36.7~39.0
	B	23.0~30.7	46.7~57.6	39.7~41.0	29.8~30.8	39.3~39.5
49	A	21.6~28.4	31.1~48.1	29.6~36.5	23.4~25.5	31.8~34.4
	B	22.3~28.4	32.1~43.0	32.0~34.8	30.1~30.5	39.3~39.7

1) 週2回の間隔で、1回当たり30分の散水を実施した区

2) 週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を実施した区

の含水率の変化が大きくなる傾向が認められた。樹皮含水率は散水前は20～22%であったが、散水後は25週以降でやや高くなる傾向が見られた。

一方、未伸長部および中心部は散水による含水率の増加が顕著でなかった。未伸長部の含水率は辺材部と比較して常に低い値を示した。中心部の含水率は散水時間が長い試験区Bが高い値で推移し、育成期間が長くなるほど顕著になった。

(2) 蔓延率

育成期間中のほだ木の材表面および木口面蔓延率の推移を表3に示した。材表面のシイタケ菌の蔓延は9週目で確認され、両試験区の材表面蔓延率は17週以降に急激に増加した。散水量の多い試験区Bのほだ木の材表面蔓延率は、25週以降高い値で推移したが、49週時点では両試験区ともに65%であった。しかし、70週経過時点では試験区Aが80%であるのに対して、試験区Bは68%であり、49週時点と大差なかった。一方、木口面のシイタケ菌の蔓延は25週経過時点に確認された。試験区Aのほだ木の木口面蔓延率はBと比較して高い値で推移したが、49週時点では両者とも

70%程度であった。しかし、70週時点では材表面蔓延率と同様に、試験区BよりもAの木口面蔓延率が高かった。

(3) 重量減少率および絶乾比重

育成期間中のほだ木の重量減少率および辺材部の絶乾比重の推移を表4に示した。

両試験区のほだ木重量減少率は25週以降大きく増加し、無接種木との差も顕著となった。散水量の多い試験区Bのほだ木重量減少率は、25週以降試験区Aより大きい傾向が見られたが、49週時点は両者とも約26%であった。この時点の無接種木の重量減少率は試験区の約半分であった。70週経過時点では試験区Bは49週時点と同程度であったが、試験区Aは30%であった。

絶乾比重は試験区Bにおいて9週目から低下し、49週時点で接種時点の約半分程度になった。両試験区間で比較すると33週以降試験区Bの値が0.02小さかった。70週経過時点の絶乾比重は、試験区Aが試験区Bと比較して0.05小さかった。散水操作の繰り返しの結果、この時点の両試験区のほだ木からシイタケ子実体の発生が確認された。

表3 各試験区のシイタケ菌蔓延率の推移

調査項目	試験区	経過週							
		1	9	17	25	33	41	49	70
材表面蔓延率 (%)	A <sup>1)</sup>	0	0.8	3.7	16.5	32.7	50.0	65.0	80.0
	B <sup>2)</sup>	0	1.1	2.2	17.4	51.0	66.0	65.0	68.0
木口面蔓延率 (%)	A	0	NT <sup>3)</sup>	NT	30.5	44.5	54.8	72.1	80.0
	B	0	NT	NT	16.5	41.1	43.7	69.1	72.0

- 1) 週2回の間隔で、1回当たり30分の散水を実施した区
- 2) 週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を実施した区
- 3) 未調査

表4 各試験区のほだ木重量減少率と絶乾比重の推移

調査項目	試験区	経過週							
		1	9	17	25	33	41	49	70
重量減少率 (%)	A <sup>1)</sup>	0.8	2.9	5.8	13.0	20.8	24.7	26.4	30.0
	A-cont. <sup>2)</sup>	0.7	2.9	5.7	8.5	11.5	12.6	12.3	22.4
	B <sup>3)</sup>	0.6	3.7	6.5	19.8	21.2	26.3	26.9	27.0
	B-cont. <sup>2)</sup>	0.3	3.0	4.6	7.1	8.4	11.1	14.9	20.5
絶乾比重	A	0.90	NT <sup>4)</sup>	NT	0.59	0.45	0.43	0.45	0.30
	B	0.90	0.83	0.73	0.60	0.42	0.41	0.43	0.35

- 1) 週2回の間隔で、1回当たり30分の散水を実施した区
- 2) 無接種木
- 3) 週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を実施した区
- 4) 未調査

### 3. 考察

クヌギを用いた場合のシイタケ菌の蔓延状況とほだ木の物理的変化を明らかにするため、温湿度を制御できる培養室内においてほだ木を育成し、8週毎に諸調査を行った。

ほだ木の水分状態を把握するためには、含水率調査が不可欠であり、その際にはサンプルを採取する部位が重要である(有馬, 1993)。今回5つの部位毎の含水率を8週毎に調査した結果、樹皮、種駒および辺材部の含水率は散水によって、明らかに上昇した。なかでも種駒は短時間の散水で容易に吸水することが明らかになった。原木に接種された種駒からシイタケ菌が生育し、周囲の辺材部に侵入することを考えれば、種駒および周辺辺材部の含水率を把握することは、種菌の活着、初期伸長にとって大きな意味があると考えられる。原木に接種した種駒は比較的容易に抜き取ることができるため、特に接種後の比較的早い時期の調査部位として最適と考えられる。今回の試験区AおよびBの17週時点までの種駒含水率は27%以上で推移していた。栽培現場において種菌接種後に長期間降雨がない場合、安定した活着および初期伸長が見られないことがあり、種駒含水率と発菌および活着との関係を明らかにする必要があると思われた。また、散水後の辺材含水率はシイタケ菌による腐朽の進行に伴って、徐々に増加する傾向が見られた。

一方、今回調査した材表面蔓延率の推移を見ると、25週までは両試験区間の差は認められない。しかし、培養温度が高い25から33週までの間は散水量が多い試験区B、培養温度が低い33から49週までの間は散水量が少ない試験区Aの蔓延率が増加した。また、培養温度が期間中最も低い41から49週にかけても材表面および木口面蔓延率の増加が見られた。49から70週までの間は試験区Aの材表面および木口面蔓延率が増加しており、ほだ木内部のシイタケ菌の生育にとって必要な水分量が変化していると考えられた。以上のことから、ほだ木育成中の効果的な散水は、シイタケ菌によるほだ木腐朽の進行と温度条件を考慮して検討する必要があると考えられた。

接種時点からのほだ木の重量減少率はシイタケ菌の材腐朽を反映していると考えられ、ほだ木の良否を判定するうえで重要な指標である。しかし、原木栽培は基質の殺菌を行わないため、シイタケ菌以外の木材腐朽性の微生物の影響も無視できない(古川・野淵, 1986)。特に、栽培現場では適期に作業が行われなかったり、ほだ木が不良環境に伏せ込まれた場合、他の微生物が優先的に繁殖することがしばしば見られる。接種1年目のほだ木重量は経時的に減少し、伏せ込み地の環境条件および降雨量等によって重量減少率が異なることが知られている(河内ら, 1978, 1980,

角田ら, 1992)。

今回はほだ木と無接種木の重量減少率を比較し、時期毎の傾向を明らかにすることを試みた。その結果、17週までは両者に差が見られず、標準量の種駒を接種した場合、この段階ではシイタケ菌による材腐朽が重量減少の値として表れているとは考えられなかった。一方、培養温度が高い17から33週の間にはほだ木重量は大きく減少し、無接種木との差が顕著になった。しかし、蔓延率の増加が確認された培養温度の最も低い41から49週間におけるほだ木の重量減少は小さく、シイタケ菌の腐朽は活発でないことが示唆された。

また、ほだ木の重量減少率を求めるには、種駒接種時点の重量を測定する必要がある。今回調査した重量減少率(y)と辺材部の絶乾比重(x)の値から、 $y=46-50x$  ( $r=-0.98$ )の一次式が得られた。この式を用いれば、接種時点の重量が未調査であるほだ木についても、絶乾比重から重量減少率を推定することができ、絶乾比重をほだ木のシイタケ菌による材腐朽程度の日安として求める場合には、種駒周辺の辺材部を調査部位とするのが有効であると考えられた。しかし、樹種、原木の大きさ、長さ、種菌の形状、品種および接種量の違いによって値が変動すると思われる。また、蔓延率が同程度のほだ木でも絶乾比重に差が見られることがしばしば見られる。反面シイタケ菌が材内部の他の微生物と拮抗し、その部分の絶乾比重が極端に小さな値を示すことも多い。以上のことから、ほだ木腐朽の日安としては蔓延率と絶乾比重を求め、総合的に判断する必要があると思われた。

今回の結果から、育成中のほだ木の水分要求度はシイタケ菌による材腐朽と外気温に影響されることが示唆された。自然環境を利用するシイタケのほだ木育成は1年以上の期間が必要であり、作業時期と気象状況を考慮した水分管理を検討する必要がある。そこで、大分県内において種駒接種作業を2月中下旬に実施したと仮定し、時期別のほだ木の状態を表5にまとめた。

まず、1から17週まではシイタケ菌が原木に活着・伸長し、重量減少率に影響を及ぼさない期間である。この時期は本県では晩冬から入梅前後頃になる。次に、18から33週までシイタケ菌の腐朽が最も活発になる時期である。この時期は年間を通じて最も気温が高い反面、極端な気象条件に見舞われる可能性が高い、梅雨から秋までに相当する。さらに、34週から49週までは気温が低く、シイタケ菌の伸長は期待できるが、腐朽はほとんど行われぬ期間といえる。この時期は秋から冬にあたると考えてよい。よって、1から17週の間を活着・伸長初期、18週から33週の間を伸長中期・腐朽最盛期、34から49週の間を伸長後期と呼称す

表5 期間別のほだ木の状態

経過週	時期 <sup>1)</sup>	特徴
1~17	晩冬~入梅前後 [活着・伸長初期]	・種菌の活着および初期伸長が確認される ・重量減少率が無接種木と同程度
18~33	入梅前後~秋 [伸長中期・腐朽最盛期]	・最も盛んに伸長および材腐朽が進む
34~49	秋~冬 [伸長後期]	・材表面および内部の伸長が進む ・腐朽は活発でない

1) 大分市の気象を参考とした

ることとする。49週以降については原基形成および子実体発生のための水分管理と合わせて考える必要があると考えられた。

### Ⅲ. 活着・伸長初期の水分条件

シイタケ原木栽培を飛躍的に発展させた要因の一つに、純粋培養菌糸を種菌として使用する試みが成功した点にある。それ以前に行われていた鉋目式、埋ほだ法等の方法では、良好な子実体発生が期待できるほだ木を安定的に育成することは困難であった(中村, 1982)。その後、数種の種菌形状が考案され、品種改良も盛んに行われるようになった。また、優良種菌が安定的に種菌会社等から生産者に提供されるようになり、全国的にシイタケ生産量は増加した。一方、チェーンソーやドリル等の機械の普及も生産性の向上に大きく貢献した。

しかし、これまで栽培現場では気象および作業条件等により、良好な活着が見られなかった例は少なくない(Yosiotomi et al, 1983, 古川・野淵, 1986, 善如寺, 1991)。特に、種菌を接種したほだ木を劣悪な環境下に放置すれば、良好な発菌およびその後の伸長が阻害され、最悪の場合シイタケ菌が死滅することは容易に想像できる。シイタケ原木栽培の安定化のためには、活着条件を再検討する必要があると思われる。

本章ではまず接種直後の種駒含水率の変化および発菌と水分条件を明らかにし、安定した活着、初期伸長のための水分管理法について検討した。

#### 1. 接種後の種駒含水率の変化

##### (1) 材料および方法

1992年11月に伐採し、翌年1月に玉切りしたクスギ原木

(長さ1m, 直径7~9cm)に対して、3月1日に森121号の種駒を常法どおり接種した。接種後直ちにセンター内の陽当たり良好な芝生上で高さ約50cmの棒積みにし、ビニールで完全に覆うビニール区、遮光率85%の黒色ダイオネットを用いるシェード区、覆いをしない対照区を設定した。被覆は3月1日から3月31日までの間行い、伏せ込み中央付近の温度を熱電対センサーで測定した。なお、試験には各試験区当たり30本のほだ木を用いた。

接種後から1週間までは1日毎に任意に抽出したほだ木3本から種駒30個を抜き取り、種駒含水率を調査した。残存ほだ木は4月1日から6月30日までの間、引き続き培養室内で育成した。培養温度は第Ⅱ章の表1と同条件とし、散水は週2回の間隔で、1回当たり2時間(20mm/hr)行った。6月30日に各区5本のほだ木を剥皮し、1種駒当たりの伸長面積をトレースにより求めた。

##### (2) 結果

3月1日から31日間の温度日変化の平均値を図2に示した。各試験区の平均温度はビニール区が10.6℃、シェード区が7.9℃、対照区が6.9℃であった。ビニール区は日中一時的に30℃を超える日もあり、ビニール直下は50℃近くに達する日も見られた。シェード区は対照区より平均で1℃高く、日較差は小さい傾向が見られた。

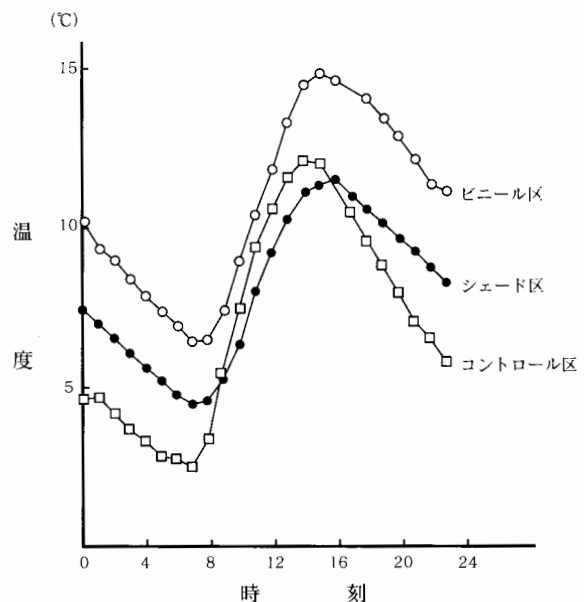


図2 調査期間中の平均温度の日変化

各試験区の種駒含水率の変化を表6に示した。接種時点の辺材部含水率は約32%、種駒含水率は約50%であった。接種後の種駒含水率はいずれの試験区も4日後に約18%に減少した。シェード区の含水率減少状況は対照区と同程度であった。一方、ビニール区は他の試験区より早く種駒含



表6 接種直後から1週間までの種駒含水率の変化

試験区	接種時	1日後	2日後	3日後	4日後	7日後
ビニール区	—	26.7±2.5	20.7±4.2	20.2±1.6	17.6±2.8	17.7±2.3
シェード区	—	32.6±3.9	24.1±3.4	22.4±3.3	18.6±1.7	30.0±5.4
対照区	50.4±3.9 <sup>1)</sup>	33.1±3.7	24.1±2.6	23.0±2.9	18.6±1.9	29.9±3.4

1) 平均値±標準偏差

水率が低下する傾向が認められた。種駒接種6日後に約7.5mmの降雨があったため、シェード区および対照区は約30%に上昇したが、ビニール区は4日後と同程度であった。

6月30日に調査した種駒の活着率およびシイタケ菌の伸長面積を表7に示した。活着率はシェード区が100%、対照区が96.2%であったのに対して、ビニール区は45.5%と極端に低かった。これらの活着しなかったほとんどの種駒には、*Trichoderma* 属菌の分生子が確認された。シイタケ菌の伸長はシェード区と対照区は同程度であったが、ビニール区は明らかに他区と比較して劣っていた。

表7 被覆材料の違いが活着率および伸長に与える影響

試験区	活着率(%)	伸長面積(cm <sup>2</sup> )
ビニール区	45.5	5.0±6.0 <sup>1)</sup>
シェード区	100.0	14.5±8.2
対照区	96.2	14.4±11.7

1) 平均値±標準偏差

### (3) 考察

健全な種菌には安定した活着が見込まれるシイタケ菌が繁殖しているが、栽培現場では種菌接種直後の極端な乾燥および過水分条件が、活着に悪影響を及ぼしたと考えられた例は少なくない。また、種菌の活着には周囲の温度条件や原木の水分および組織の活力程度が影響する。活着率の低下は蔓延率に影響し、子実体発生量の減少要因になる。

今回の試験結果から外部からの水分供給がない場合、種駒自体の水分が急速に減少することが明らかになった。接種以降の種駒含水率は原木の大きさ、接種孔の深さ、含水率および空中湿度にも影響を受ける(加藤ら, 1977)。しかし、接種直後の種駒含水率の変化がその後の発菌に与える影響については明らかにされていない。

また、種駒接種直後から1ヵ月間、ビニールで被覆したほだ木の活着率は著しく低く、初期伸長面積も明らかに劣っていた。期間中の平均気温ではビニール区は対照区より3.8℃高く、ビニール内の上部では一時的に50℃を越える日もあり、対照区と比較して高温条件になっていたと考

えられた。さらにビニール区の種駒は被覆期間中に外部からの水分供給がないために、一旦低下した種駒含水率が上昇するとは考えにくい。また、今回は種駒上部に *Trichoderma* 属菌の分生子が確認されたが、シイタケ菌に対する生育阻害を起こす *Arthrographis cuboidea* が、ビニールで被覆したほだ木のシイタケ菌糸の死滅部分から分離されており(内田ら, 1993)、他の微生物による影響も懸念される。以上のことから種駒接種直後のほだ木のビニール被覆は、内部温度および期間に注意を要すると考えられた。

一方、シェード区と対照区は調査結果に差がなかったが、これはシェードを一重にしてほだ木を被覆したためと考えられた。両区の種駒含水率は降雨状況に大きく左右されていたが、極端な水分条件に見舞われなかったため、良好な活着率を示したと考えられた。

以上のことから、種駒自体の含水率とシイタケ菌糸の発菌について検討し、種駒接種直後からの水分管理は温度条件を加味する必要があると考えられた。

## 2. 種駒の発菌と水分条件

### (1) 材料および方法

種駒の発菌試験には全国食用きのこ種菌協会に所属する4種菌会社の市販16品種(秋山A-6号, A-567号, A-580号, A-589号, 菌興115号, 241号, 535号, 690号, 明治1303早生, 7V-7, 904, 908, 森121号, 290号, 440号, 465号)を用いた。購入した種駒は5℃で冷蔵保存し、3ヶ月以内に使用した。試験にはクリーンベンチ上で袋から取り出し、表面のシイタケ菌糸を取り除いた種駒を用いた。10個の種駒を入れたガラスシャーレを1品種あたり14枚用意し、送風状態のクリーンベンチ上で一定時間蓋を開放する方法で含水率の異なる種駒を作出した。開放時間は2から8時間とし、1時間毎にシャーレ2枚ずつ蓋をした。なお、蓋の開放中は時折シャーレを揺すったり、クリーンベンチ上の場所を移動するようにした。蓋をしたシャーレのうち1枚はパラフィルムでシールをした後、10℃のインキュベーターに入れ、10日後の発菌状況を観察した。一方、残りのシャーレ内の種駒は滅菌したナイフで二分割し、一片から種駒毎に含水率および絶対比重を求めた。残りの一片は

あらかじめ用意しておいたPDA（ポテトデキストロースアガー、日本製）平板培地の中央に静置し、10℃で培養した。培養10日後にプランメーターを用いて伸長面積を測定した。

(2) 結果

シャーレの蓋の開放時間と品種毎の種駒含水率の関係を表8に示した。

容器から取り出した直後の種駒含水率は45.1~57.3%（平均51.8%）であった。蓋の開放時間の経過とともに種駒含水率は徐々に低下し、2時間後が平均で45.3%、3時間後が41.4%、4時間後が35.7%、5時間後が29.5%、7時間後が23.3%、8時間後が18.3%であった。これらの種駒の10日後の発菌状況を表9および写真2に示した。

表9に示したとおり、蓋の開放時間が5時間以内の種駒は、全ての品種で種駒表面にシイタケ菌の生育が確認された。蓋の開放時間が2または3時間の種駒が最も発菌力が強く、0あるいは4時間の種駒も比較的安定している様子

が観察された。しかし、開放7時間では7品種（A-6, 115, 241, 690, 1303早生, 7V-7, 440）が未発菌であり、残り9品種の発菌も開放5時間以内の種駒と比較して弱かった。また、開放8時間の種駒は全ての品種で発菌が見られなかった。これらの未発菌種駒についてはさらに3週間培養を継続したが、発菌は認められなかった。この時点の未発菌種駒の含水率は23.8~13.9%（平均19.2%）であった。しかし、未発菌種駒を2分割してPDA平板培地上に静置した結果、数日以内に全ての種駒からシイタケ菌糸が生育するのが確認された（写真3）。さらに2ヶ月間同条件で保管した種駒からも同様な結果が得られた。

一方、蓋の開放時間の違いによって作出した含水率にばらつきのある種駒を、各品種それぞれ70個直ちに2分割し、PDA平板培地上の中央に静置培養した。図3-1~8に10日後の伸長面積と静置時点の種駒含水率の関係を品種毎に示した。

表8 シャーレの蓋の開放時間と種駒含水率の関係

品 種	開 放 時 間(hr)							
	0	2	3	4	5	7	8	
A-6	54.3	46.4	42.9	32.9	32.1	15.5	14.5	
A-567	55.4	49.0	46.7	37.5	28.5	24.9	19.0	
A-580	53.7	48.2	45.4	41.2	29.9	28.7	23.6	
A-589	53.9	45.7	44.0	38.0	27.3	21.5	17.1	
115	49.6	43.5	35.5	30.4	25.9	20.9	14.6	
241	47.8	41.9	39.4	33.4	32.7	22.9	15.3	
535	49.7	48.4	41.7	37.3	31.5	24.6	21.3	
690	45.1	39.3	37.2	33.5	33.5	22.7	19.0	
1303早生	52.7	46.2	40.6	33.3	24.3	21.7	13.9	
7V-7	57.3	45.5	38.1	33.6	24.4	18.5	16.3	
904	50.3	43.0	33.6	27.5	25.9	25.0	19.1	
908	53.7	50.3	47.5	43.6	33.2	26.6	21.1	
121	53.0	49.1	44.4	42.4	35.3	29.5	20.0	
290	50.5	41.3	41.4	32.1	31.2	24.8	22.3	
440	51.6	43.4	41.1	38.0	28.0	20.8	17.2	
465	50.7	44.0	42.1	37.0	27.8	23.8	18.3	
平均	51.8	45.3	41.4	35.7	29.5	23.3	18.3	

表9 シャーレの蓋の開放時間が発菌に与える影響

品 種	開 放 時 間(hr)							
	0	2	3	4	5	7	8	
A-6	+ <sup>1)</sup>	+	+	+	+	- <sup>2)</sup>	-	
A-567	+	+	+	+	+	+	-	
A-580	+	+	+	+	+	+	-	
A-589	+	+	+	+	+	+	-	
115	+	+	+	+	+	-	-	
241	+	+	+	+	+	-	-	
535	+	+	+	+	+	+	-	
690	+	+	+	+	+	-	-	
1303早生	+	+	+	+	+	-	-	
7V-7	+	+	+	+	+	-	-	
904	+	+	+	+	+	+	-	
908	+	+	+	+	+	+	-	
121	+	+	+	+	+	+	-	
290	+	+	+	+	+	+	-	
440	+	+	+	+	+	-	-	
465	+	+	+	+	+	+	-	

1) 発菌あり  
2) 発菌なし

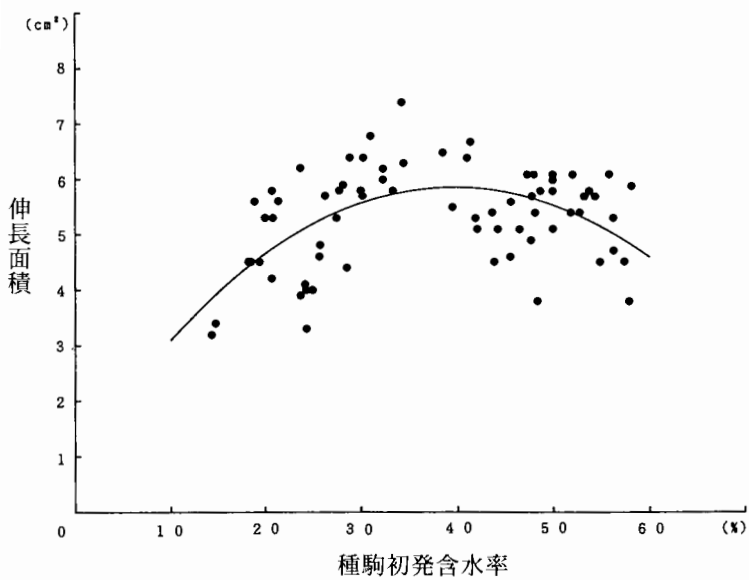
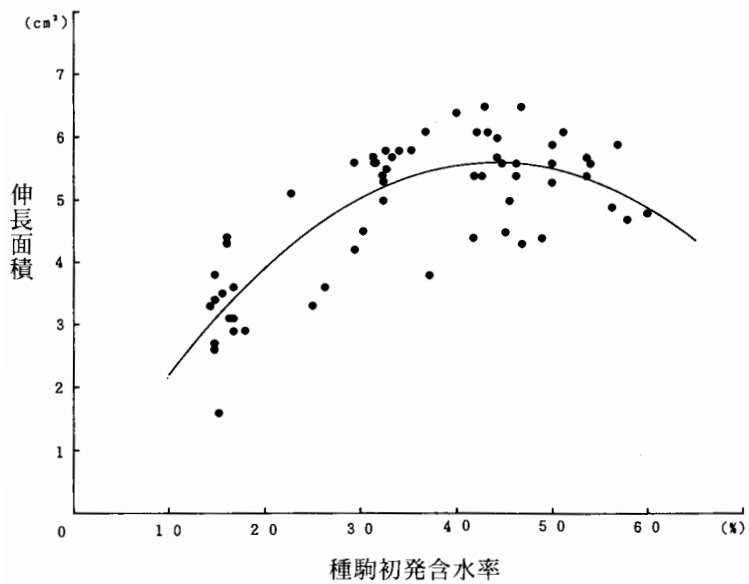


図3-1 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：秋山A-6号 下：秋山A-567号

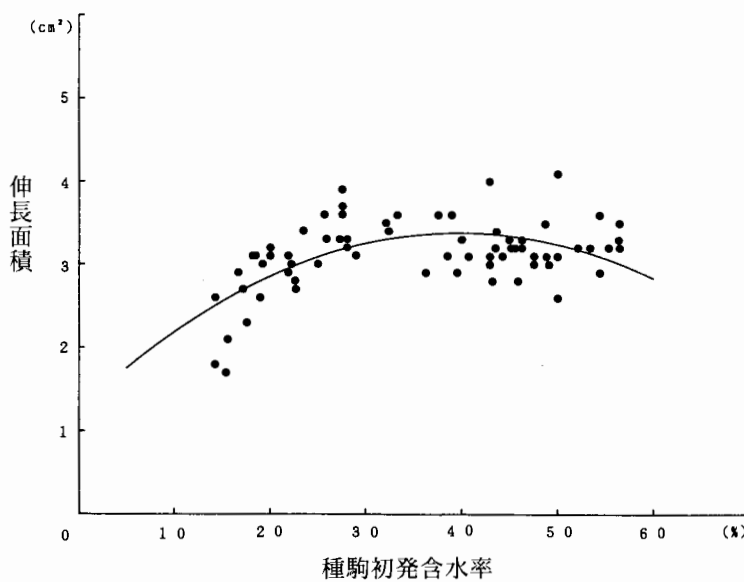
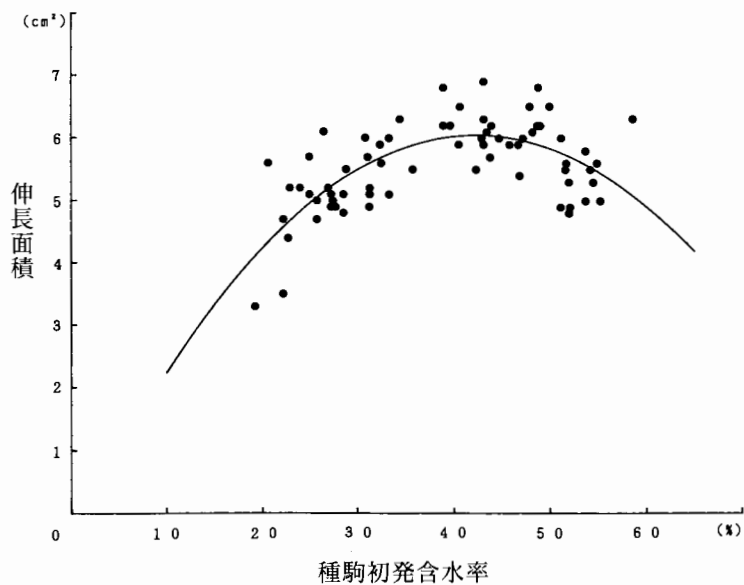


図3-2 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：秋山A-580号 下：秋山A-589号

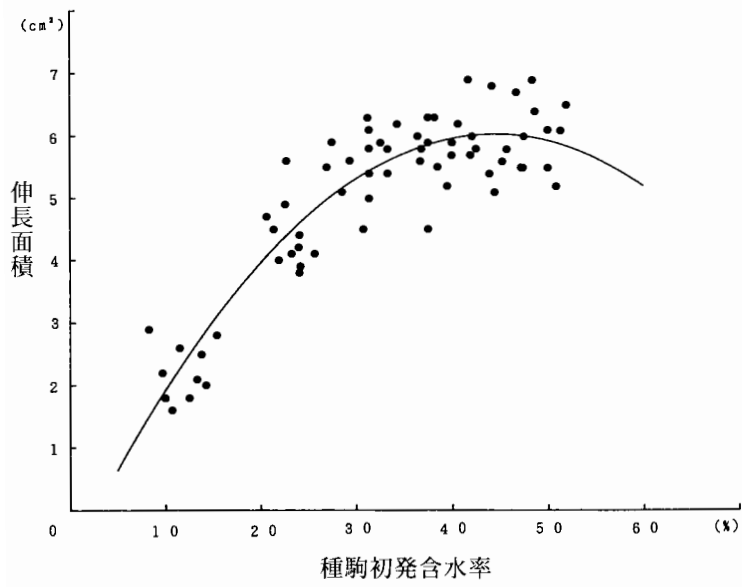
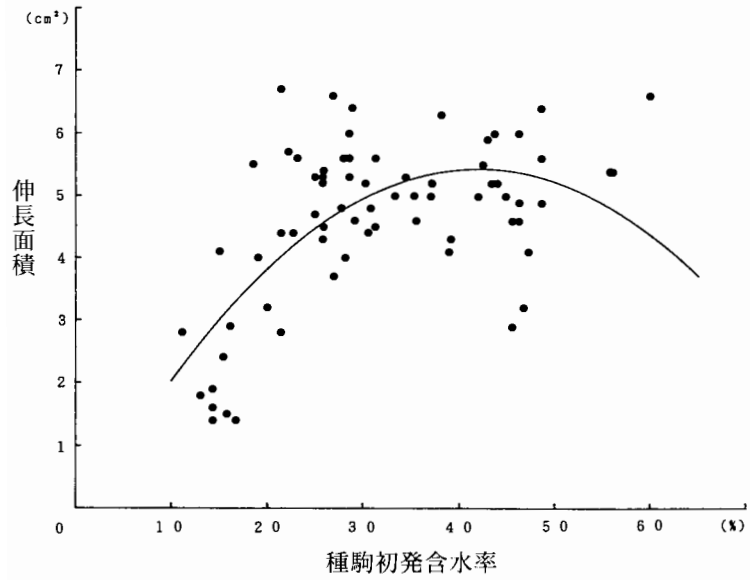


図3-3 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：菌興115号 下：菌興241号

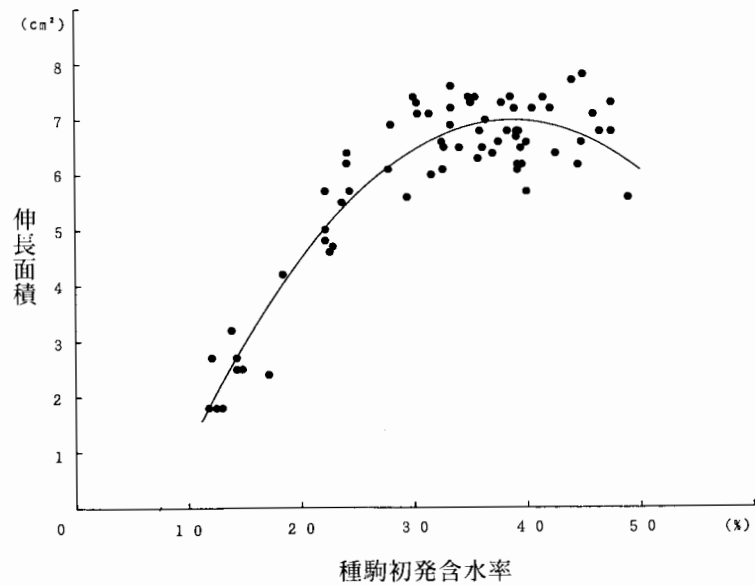
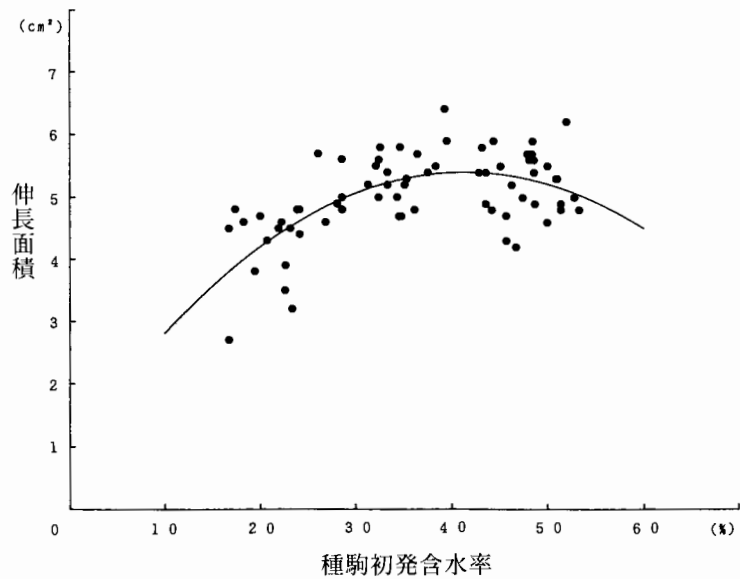


図3-4 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：菌興535号 下：菌興690号

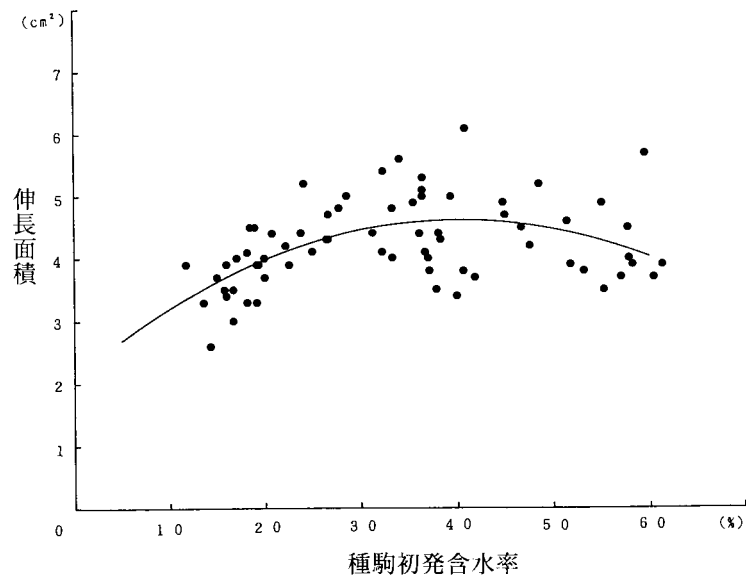
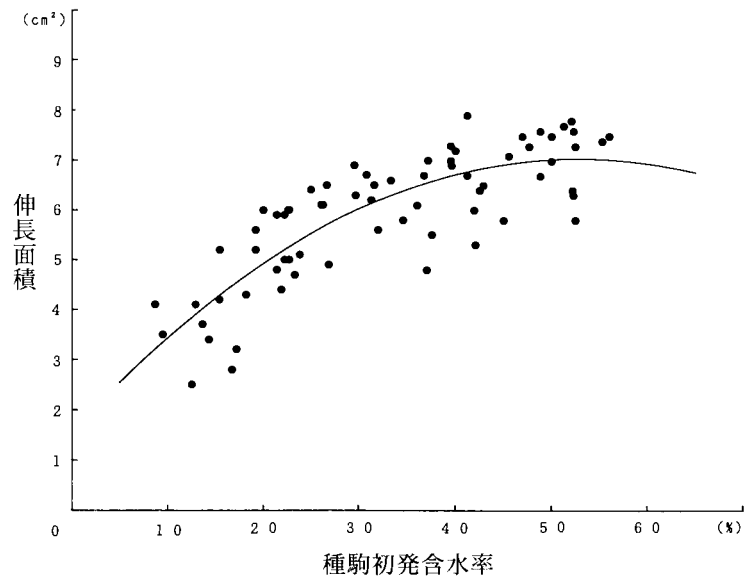


図 3-5 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：明治1303早生 下：JMS 7 V-7

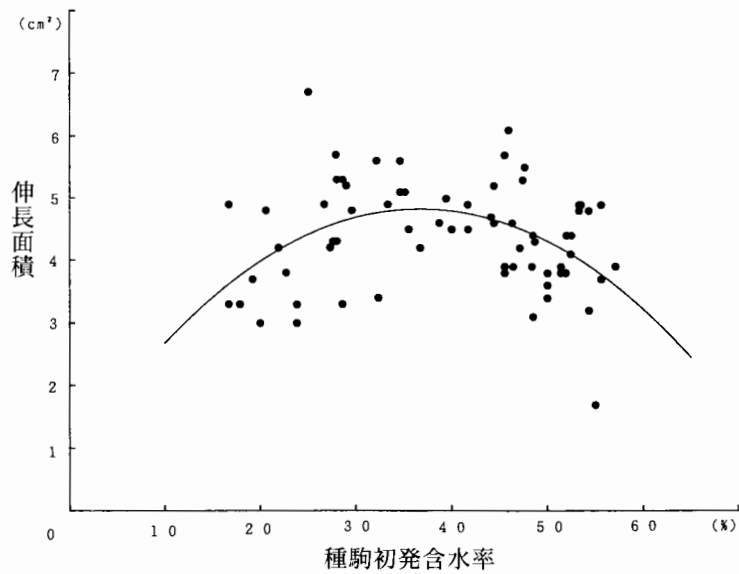
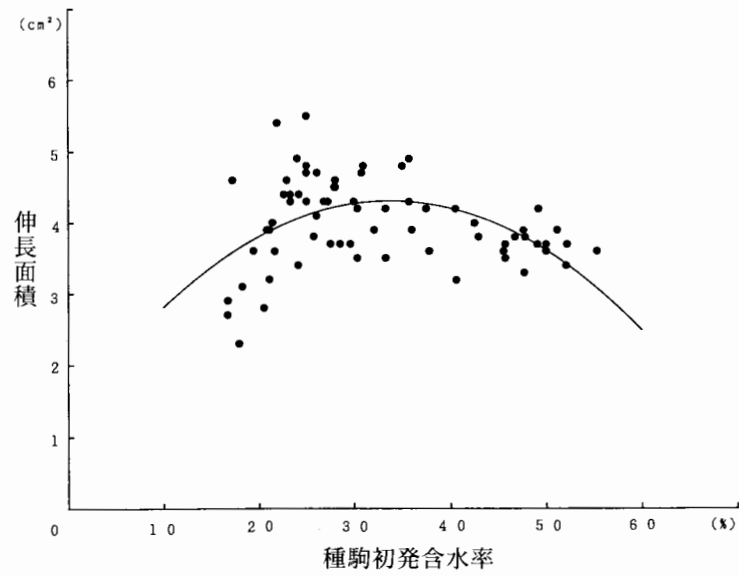


図3-6 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：明治904 下：明治908



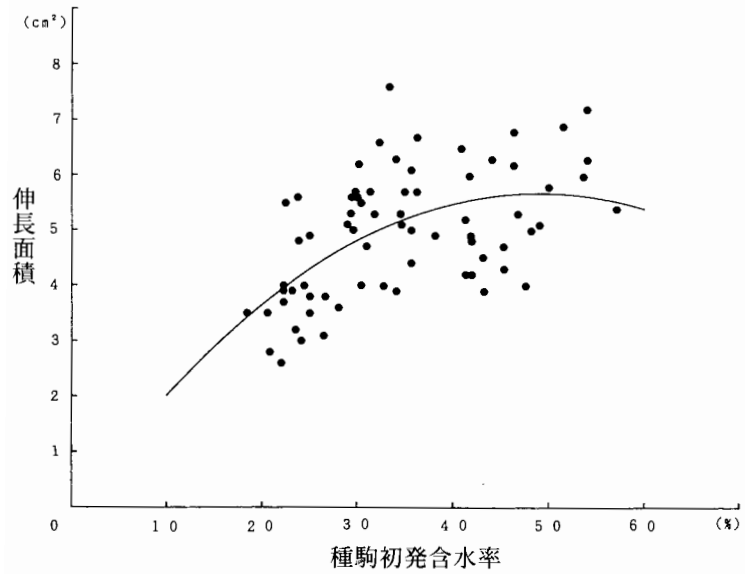
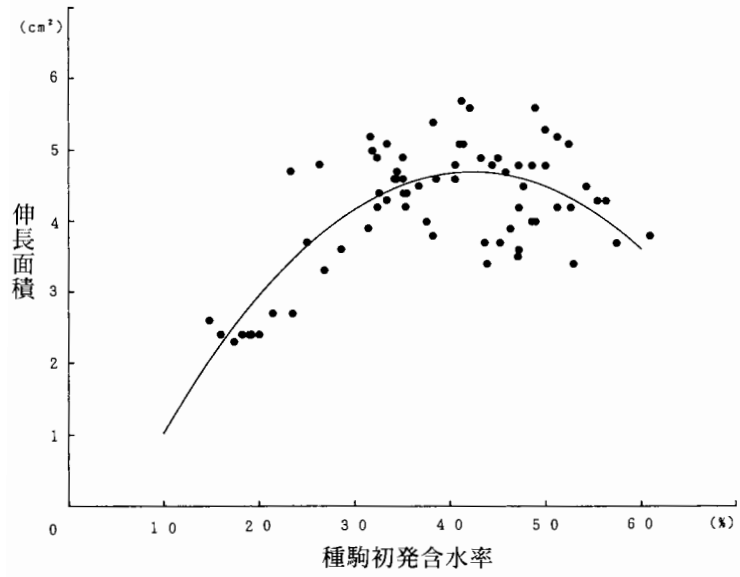


図3-7 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：森121号 下：森290号

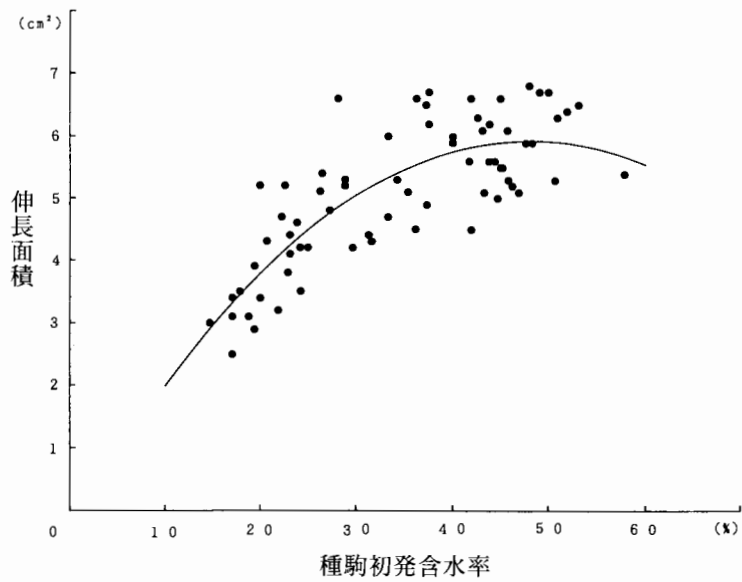
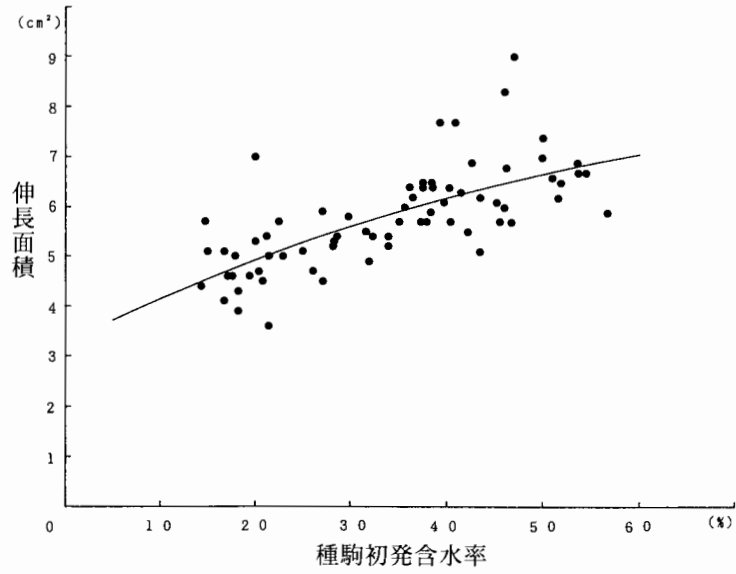


図3-8 種駒の初発含水率と発菌の関係  
上：森440号 下：森465号

その結果、440号を除く15品種は含水率が高くても、低くても伸長が劣る傾向が見られた。すなわち、種駒の初発含水率と伸長面積との間には、二次回帰式があてはまることが予想された。そこで表10に品種毎の回帰式と伸長面積が最大を示す含水率を求めた。

その結果、各品種の伸長面積が最大となる含水率は33.8～53.0% (平均42.5%) であった。また、含水率20%の種駒の発菌指数は、各品種の伸長面積が最大値となる含水率を100とすると、最大が明治904号の91、最小が森121号の62であり、平均74であった。一方、伸長面積と絶乾比重はすべての品種で相関関係が見られなかった。

### (3) 考察

木材中に含まれている水分は結合水と自由水に分けられ、シイタケ菌は主に後者を利用して生育する。木材が最大限に結合水を吸収した状態の含水率は約22%であり、これ以下の含水率ではシイタケ菌の生育は困難である(福田, 1989)。今回の試験結果から含水率が約20%以下の種駒は外部から水分が供給されない場合、発菌しないことが明らかになり、種駒からのシイタケ菌の生育には自由水の存在が不可欠であることが示唆された。

原木に接種した種駒が無降雨状態に置かれた場合、含水率は4日後に20%以下に減少することは表6から明らかである。すなわち、接種直後からの乾燥条件は種駒にとって十分能力を発揮できる環境ではないと言える。また、このような条件が継続しても種駒内のすべてのシイタケ菌が死

滅することはなく、外部からの水分供給があれば発菌する能力を備えていることが解った。

しかし、一旦含水率が低下した種駒は容易に吸水するが、発菌力は劣ることが明らかになった。種駒内の水分が急激に減少した結果、シイタケ菌糸がストレスを受けたと推察された。

ほだ木上に発生するクロコブタケ(*Hypoxylon truncatum* (Schweinitz:Fries) J. H. Miller) 等の木材腐朽菌の一部は、シイタケ菌より低い含水率条件下で生育することが知られている(Abe, 1989, 1990)。このような菌類とほだ木内で占有競争するシイタケ菌が、迅速に生育範囲を拡大できる条件を与えることがほだ木育成技術の課題の一つと言える。

一方、最も強い発菌を示す種駒含水率は平均で42.5%であった。また、含水率20%の種駒の発菌指数は、最大を100とすると平均で74であり、品種による差も認められた。PDA平板培地上のシイタケ菌の伸長面積は、種駒の絶乾比重と相関はなく、静置時の種駒含水率の影響を強く受けたと考えられた。これまでに培養木片を用いた室内試験で、シイタケ菌の高温耐性に品種間差が認められることが明らかにされている(中沢・森, 1988)。しかし、今回の試験で認められた種駒の発菌能力の差が、実際の野外での栽培においてどの程度の違いとしてあらわれるかは不明である。

以上のことから、確実な活着と安定した初期伸長のためには、種駒接種直後からのほだ木に対する水分管理が効果的であると考えられた。

表10 各品種の最適含水率と20%時の発菌指数

品 種	二次回帰式 <sup>1)</sup>	最適含水率(%) <sup>2)</sup>	発菌指数 <sup>3)</sup>
A-6	$Y = 0.076213 + 0.257615X - 0.002914X^2$	44.2	71
A-567	$Y = 0.933981 + 0.247896X - 0.003116X^2$	39.8	78
A-580	$Y = -0.472541 + 0.307715X - 0.003632X^2$	42.4	70
A-589	$Y = 1.255088 + 0.106630X - 0.001338X^2$	39.8	85
115	$Y = -0.416925 + 0.277792X - 0.003297X^2$	42.1	70
241	$Y = -0.811265 + 0.307515X - 0.003452X^2$	44.5	67
535	$Y = 0.896780 + 0.217408X - 0.002622X^2$	41.5	87
690	$Y = -3.751499 + 0.554364X - 0.007148X^2$	38.8	64
1303早生	$Y = 1.556117 + 0.207319X - 0.001954X^2$	53.0	69
7V-7	$Y = 0.933981 + 0.247896X - 0.004541X^2$	40.3	87
904	$Y = 1.293685 + 0.178383X - 0.002640X^2$	33.8	91
908	$Y = 0.786684 + 0.219630X - 0.002985X^2$	36.8	83
121	$Y = -1.589173 + 0.296952X - 0.003505X^2$	42.4	62
290	$Y = -0.089916 + 0.234872X - 0.002388X^2$	49.2	65
465	$Y = -0.350898 + 0.260880X - 0.002708X^2$	48.2	64
平均		42.5	74

1) Y = 伸長面積(mm), X = 含水率(%)

2) 伸長面積が最大値を示す含水率

3) 発菌指数 = (含水率20%の伸長面積 / 最適含水率の伸長面積) X 100

### 3. 散水条件の検討

#### (1) 材料および方法

適期作業で調整したクヌギ原木を以下の試験に供試した。ほだ木育成は第Ⅱ章と同様に培養室で行い、試験2以外の温湿度条件は第Ⅱ章と同様に設定した。材表面蔓延率は各試験区から各品種ほだ木10本を供試して、1種駒当たりの伸長面積を求めた。剥皮調査は試験4以外は17週経過時点に実施した。なお、1時間当たりの散水量は試験1および2は85mm、試験3および4は20mmであった。

試験1. Y707号を接種した1mのほだ木を用いて、種菌接種直後から17週までの間、30分の散水を週1回実施する試験区(1/30区)および週2回実施する試験区(2/30区)を設定した。培養17週時点の散水前後に、ほだ木5本からそれぞれ種駒1個を抜き取り、散水前および後の平均含水率を求めた。

試験2. 菌興115号、森121号およびY707号を接種した50cmのほだ木を、種菌接種直後から17週までの間、異なる散水条件で育成した。試験区は週1回の間隔で30分散水する区(1/30区)、週1回の間隔で90分散水する区(1/90区)、週3回の間隔で30分散水する区(3/30区)および週3回の間隔で60分散水する区(3/60区)とした。なお、培養温度は15~25℃、湿度は75~85%に設定した。

試験3. 菌興115号および森Y707号の種駒を接種した1mのほだ木を、散水量の異なる条件で育成した。散水間隔は週2回とし、時間を30, 60, 120, 240, 360分の試験区(それぞれ2/30区, 2/60区, 2/120区, 2/240区, 2/360区)を設定した。培養17週時点に第Ⅱ章と同様な方法で部位別の含水率および試験区毎のほだ木の吸水量を調査した。

試験4. 種駒接種直後の乾燥条件がシイタケ菌の活着および初期伸長に及ぼす影響について検討した。Y707号を接種したほだ木(直径6~8cm)を5週間無散水条件下に置き、部位別の含水率を経時的に調査した。6週目からは週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を行い、33週経過時点にほだ木10本を剥皮調査に供試して、活着率、蔓延率および絶乾比重を求めた。なお、種駒接種直後から週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を実施して育成したほだ木を対照区とした。

#### (2) 結果

試験1の剥皮調査の結果、1種駒当たりの伸長面積は1/30区が4.4cm<sup>2</sup>であるのに対して、2/30区は10.5cm<sup>2</sup>であり、2/30区が約2.4倍大きかった。また、断面の伸長状況を観察した結果、2/30区のシイタケ菌はほだ木内部にはほぼ均一に伸長していたが、1/30区は種駒周辺に僅かに伸長している状況であった。

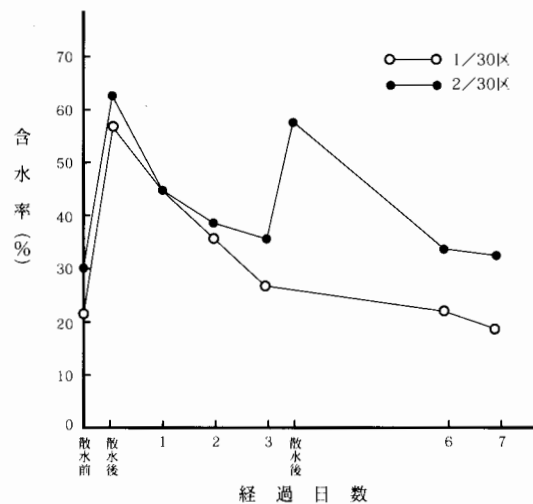


図4 種駒含水率の変化

図4に17週時点の種駒含水率の変化を示した。種駒の含水率は1回目の30分散水で約60%に増加したが、3日後には30~35%まで低下した。2/30区は2回目の散水により、再び約60%に上昇したが、1/30区は4日後以降徐々に低下し、7日後には約20%になった。

試験2の剥皮調査の結果を表11に示した。各試験区の伸長面積は菌興115号およびY707号は3/30区、森121号は3/60区が最大値であり、週3回散水したほだ木のシイタケ菌の蔓延が優れる傾向が見られた。

試験3の調査結果を表12に示した。各試験区の吸水量は散水時間が長くなるほど増加した。まず、材表面の伸長状況を見みると、Y707号は散水時間が長い試験区の伸長が良好な傾向が見られた。しかし、菌興115号はY707号と比較して、試験区間の差が明瞭でなかった。両者の平均値で比較すると、30および60分散水区は差がなく、120分以上の試験区が良好な傾向が伺えた(写真4)。また、種駒周辺の辺材部含水率は60および120分散水で差がなかったが、240分以上の試験区は前者より約3%高かった。種駒の含水率はいずれの試験区も30%以上で推移していた。また、未伸長部および中心部含水率は散水時間が長い試験区がやや高い傾向が認められた。

試験4の含水率調査結果を表13に示した。種駒含水率は最初の3日間で急激に低下し、他の部位については徐々に減少した。5週経過時点のほだ木重量減少率は約4%であった。育成33週経過時点の剥皮調査結果を表14に示した。剥皮調査時点の5週間無散水区は対照区より明らかに樹皮が硬化していた。また、すべての調査項目において対照区より劣っており、特に木口面蔓延率および絶乾比重の差が顕著であった。

表11 活着・伸長初期の散水条件がシイタケ菌の生育に及ぼすの影響

試験区	散水量(mm)	品 種	伸長面積(cm <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>
1/30	723	菌興115号	31.7
		森 121号	27.0
		Y707号	28.2
		平 均	29.0
1/90	2169	菌興115号	24.6
		森 121号	20.0
		Y707号	32.1
		平 均	25.6
3/30	2169	菌興115号	49.4
		森 121号	27.0
		Y707号	67.1
		平 均	47.8
3/60	4338	菌興115号	30.5
		森 121号	52.9
		Y707号	36.8
		平 均	40.1

1) 種駒1個あたりの平均伸長面積

表12 活着・伸長初期の散水量がシイタケ菌の生育および含水率に与える影響

調 査 項 目	試 験 区					
	2/30	2/60	2/120	2/240	2/360	
散水量 (mm)	340	680	1360	2720	4080	
吸水量 (g/1000m <sup>3</sup> )	15.0	18.4	20.8	24.7	25.9	
伸長面積 (cm <sup>2</sup> )	115号	7.8	4.7	9.5	6.7	9.7
	707号	5.6	8.5	16.9	13.3	18.9
	平均	6.7	6.6	13.2	10.0	14.3
含水率 (%)	樹皮	22.5~28.1	21.8~27.5	20.9~30.6	22.7~30.7	22.4~30.2
	辺駒 <sup>1)</sup>	32.5~34.4	33.7~36.4	33.5~36.6	36.5~39.0	36.7~41.5
	種駒	32.6~62.9	34.5~75.2	31.2~50.3	45.1~66.0	37.2~76.1
	未辺 <sup>2)</sup>	31.3~33.0	32.5~33.3	32.0~32.5	32.2~32.3	34.7~35.4
	中心	38.8~40.9	39.1~39.6	40.5~40.6	39.8~39.9	40.7~40.9

1) 種駒周辺の辺材部

2) シイタケ菌の伸長が見られない辺材部

表13 無散水条件下のほだ木部位別含水率の推移

部 位	接種時	3日後	10日後	17日後	24日後	35日後
樹皮	24.5	23.1	19.8	18.6	20.6	19.8
種駒	50.0	24.6	22.9	19.4	22.4	20.4
辺材部 <sup>1)</sup>	32.5	32.3	31.9	31.5	30.4	30.8
中心部	38.8	37.3	37.2	35.4	35.8	34.3

1) 種駒周辺の辺材部

表14 35日間の無散水がほだ木に与える影響(33週経過時点)

試 験 区	活着率(%)	蔓延率(%)		絶乾比重 <sup>1)</sup>
		材表面	木口面	
35日間無散水区	98.5	52	29	0.61
対 照 区	100.0	58	38	0.57

## 1) 種駒周辺の辺材部

## (3) 考察

活着・伸長初期のほだ木に対する水分供給の目的は、種菌からのシイタケ菌の生育を促進させ、安定した伸長を促すことである。今回は適期作業で調整したクヌギ原木を用いて、この時期のシイタケ菌にとって効果的な散水条件を検討した。

本章の最初に明らかにしたとおり、種駒の発菌能力が最大になる含水率は約40%と考えられたが、栽培現場では常にこのような水分条件を保つことは困難である。また、過剰な水分供給はほだ木のみでなく、伏せ込み環境を多湿条件にすることになり、他の微生物の発生が危惧される(小松, 1976, 占川・野淵, 1986)。一方、種駒接種直後からの過乾燥条件は、活着率の低下要因になることが解っている。すなわち必要最小限の水分量を、効果的にほだ木に与えることが最も重要である。

試験2の結果から、散水量が同じ1/90区と3/30区を比較すると、明らかに3/30区の伸長が良好であることが解った。また、1/30区と1/90区および3/30区と3/60区を比較すると、散水量の少ない試験区の伸長が良好な傾向を示した。一方、試験1では2/30区は1/30区と比較して、良好なシイタケ菌の初期伸長が認められた。これら今回の試験結果からは、この時期の水分供給間隔は週1回では不足することが示唆された。また、散水間隔を週2回に固定し、散水量を変えて育成した試験3の結果からは、1回の散水時間は120分程度が適当であると思われた。この時の直径10cm、長さ1mほだ木の吸水量は約130gとなり、野外で散水時間を設定する際の目安になると思われる。また、種駒接種後35日間水分供給が行なわれないほだ木は、対照区と比較して木口面蔓延率と絶乾比重が明らかに劣っていた。乾燥条件がさらに長期に及んだり、以降の散水条件によってはさらに大きな影響を受ける可能性が考えられる。この点については今後の検討が望まれる。以上のことから、ほだ木育成のため散水は種駒接種直後から実施した方がより効果的であると考えられた。

しかし、今回の試験は方法を統一して行っておらず、特に時間当たりの散水量とほだ木の吸水との関係については今後検討する必要がある。また、原木の乾燥が不十分な場合には *Cephalosporium* sp., *Phialophora lignicola* の侵入に

より、うわほだになることが報告されている(小松, 1970)。野外での応用には原木の水分条件、作業時期、伏せ込みおよび気象条件に注意を払う必要があると考えられた。

## IV. 伸長中期・腐朽最盛期の水分条件

活着・伸長初期を経過したほだ木は梅雨明け後、年間を通じて最も気温の高い伸長中期・腐朽最盛期を迎えることになり、シイタケ菌によるほだ木の腐朽が最も活発になる。しかし、伸長中期・腐朽最盛期は気象条件が極端になることが時々見られる。例えば、1994年は冷夏長雨に見舞われたが、翌年は一転して記録的な干ばつであった。このような気象条件はほだ木に対して悪影響を及ぼすと考えられるが、その被害程度については検討した例は少ない。また、ほだ木内部のシイタケ菌以外の木材腐朽性の微生物の繁殖も盛んになり、表面に害菌の発生が目立つようになる。すなわち、この時期は気象状況を的確に判断し、シイタケ菌による材腐朽を促進させるほだ木管理が重要となる。

本章では乾燥および過散水がほだ木に与える影響について、調査検討した結果について述べる。

## 1. 乾燥の影響

## (1) 材料および方法

活着・伸長初期に週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を行い、17および21週経過したほだ木を供試した。育成期間中の条件は第II章に準じて行った。

まず、種駒接種後17週経過したほだ木をその後4週間、無散水条件下に放置した時の含水率を1週間毎にほだ木3本を供試して調査した。無散水放置時の温度および湿度条件はそれぞれ26℃、78%と20℃、70%の2区設定し、含水率の調査方法は第II章と同様とした。

次に種駒接種後21週経過したほだ木(菌輿115号, Y707号)を、その後6週間異なる散水条件下に放置し、38週経過時点で各試験区各品種ほだ木10本を剥皮調査に供試した。なお、28~38週までの間は週2回の間隔で、1回当たり120分散水(20mm/hr)を行った。表15に22~27週に設定した試験区の散水方法を示した。A区は引き続き週2回の

表15 各試験区の散水方法

試験区	散水方法			
	間隔	時間(分) <sup>6)</sup>	回数	量(mm)
A	2回/1週 <sup>1)</sup>	120	12	480
B	1回/1週 <sup>2)</sup>	120	6	240
C	1回/2週 <sup>3)</sup>	240	3	240
D	1回/3週 <sup>4)</sup>	480	2	320
E	0回/6週 <sup>5)</sup>	—	0	0

- 1) 1週間に2回の間隔で散水
- 2) 1週間に1回の間隔で散水
- 3) 2週間に1回の間隔で散水
- 4) 3週間に1回の間隔で散水
- 5) 6週間無散水
- 6) 1回あたりの散水時間

間隔で、1回あたり120分の散水を行った。B区は週1回の間隔で、1回あたり120分散水区とした。CおよびD区はそれぞれ2または3週に1回の散水間隔で、1回あたり240ないし480分の散水を実施した。E区は6週間無散水条件で育成した。

また、E区を除く試験区は散水前後の含水率調査を2回実施した。E区については試験期間終了後に含水率調査を行った。なお、含水率調査は辺材部のみを調査対象とし、ほだ木3本を供試した。

## (2) 結果

17~21週までの間、無散水条件下に放置したほだ木の部位別含水率の推移を表16に示した。

表16 無散水条件下のほだ木部位別含水率の推移

調査部位	試験区	含水率 (%)				
		開始時	1週間後	2週間後	3週間後	4週間後
樹皮	26℃-78% <sup>3)</sup>	22.3	21.9	22.4	22.1	21.9
	20℃-70% <sup>4)</sup>	28.0	19.7	18.5	17.5	17.6
辺材部 <sup>1)</sup>	26℃-78%	33.4	29.5	26.0	25.0	27.0
	20℃-70%	32.6	27.2	23.9	19.5	20.3
種駒	26℃-78%	30.8	26.5	21.4	23.6	24.3
	20℃-70%	35.7	27.7	24.7	20.3	21.7
未伸長部 <sup>2)</sup>	26℃-78%	32.5	28.9	28.3	28.4	32.1
	20℃-70%	30.1	29.8	26.4	20.8	20.8
中心部	26℃-78%	38.6	38.6	35.5	36.3	38.5
	20℃-70%	39.4	39.5	36.6	33.3	36.1

- 1) 種駒周辺の辺材部
- 2) シイタケ菌の伸長が見られない辺材部
- 3) 温度26℃、湿度78%に放置した場合
- 4) 温度20℃、湿度70%に放置した場合

まず、26℃、78%の温湿度条件下の含水率変化を見てみると、17週時点に含水率33.4%であった辺材部は、1週間後3.9%、2週間後3.5%減少し、その後25~27%で推移した。未伸長部の含水率も辺材部と同様に推移したが、2週目以降は辺材部より高い値を示した。また、樹皮は22%前後、中心部は36%前後で安定していた。一方、温度20℃、湿度70%に放置したほだ木の含水率は、樹皮および辺材部で26℃、78%区より早く低下し、その他の部位についても3週間後から、顕微な差が認められた。

次に22~28週の間設定した試験について、含水率および剥皮調査の結果を表17に示した。なお、数値は供試2品種の平均値を用いた。

材表面蔓延率はA区が66%と最も高く、B区は6%、C区およびD区は10~11%、E区は22%それぞれA区と比較して小さかった。木口面蔓延率はA区とD区が同程度であ

表17 伸長中期・腐朽最盛期の散水がほだ木に与える影響

試験区	含水率(%) <sup>1)</sup>	蔓延率(%)		絶乾比重 <sup>2)</sup>
		材表面	木口面	
A	34.0~37.8	66	54	0.49
B	31.1~35.8	60	51	0.49
C	26.4~36.9	55	42	0.50
D	27.9~44.6	56	55	0.52
E	24.1	44	43	0.57

- 1) 試験区設定期間中における散水前後の辺材部含水率
- 2) 種駒周辺の辺材部

り、B区、E区、C区の順に劣っていた。また、絶乾比重はAとB区が0.49と最も小さく、以下C区、D区、E区の順に大きい値を示した。一方、期間中の含水率はAおよびB区は30%以上で推移したが、他試験区の散水前の含水率は20%台であり、散水時間の長いD区は散水後40%以上に増加した。7週間無散水条件下に置かれたE区のほだ木含水率は24%に低下した。また、E区ほだ木の樹皮は他区より明らかに硬化しており、材表面および木口面のシイタケ菌蔓延部も部分的に黄～黒褐色に変色しているほだ木が見られた(写真5)。

(3) 考察

伸長中期・腐朽最盛期のほだ木辺材部の含水率は、外部からの水分供給が無い状態に置かれると急速に減少した。これは表13に示した活着・伸長初期の結果と比較して、明らかに減少割合が大きく、速度が早い。これは両時期の温度および湿度条件の違いによる影響に加え、シイタケ菌の生育による辺材部の空隙率の増加が影響していると考えられた。また、今回は2試験区のみと比較しか検討していないが、ほだ木水分の減少はより高温、低湿度条件下で速度が早いと考えられ、今後様々な条件下で調査する必要がある。

今回の剥皮調査の結果から、伸長中期・腐朽最盛期のほだ木が乾燥条件に見舞われた場合、週1回の水分供給が十分に行われれば、シイタケ菌の伸長に対する影響は小さいと考えられた。一方、C区の材表面および木口面蔓延率とD区の材表面蔓延率は、A区およびB区と比較して約10%小さい値を示した。試験区設定期間中の1回あたりの散水量および28週以降の散水条件によっては、さらに影響が大きく現れることも考えられる。

また、極端な水分条件によって、良好な活着および初期伸長が見られないほだ木に対する効果的な水分管理についても、今後の検討が望まれる。

2. 過散水の影響

(1) 材料および方法

試験には種駒接種以後18週までの間、週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を実施して育成したほだ木(Y707号)を用いた。試験区は19~23週までの5週間、週5回の間隔で、1回当たり120分の散水を行うA区と引き続き週2回の間隔で、1回当たり120分の散水を行うB区を設定した。また、週5回の間隔で、1回当たり120分の散水と無散水を4週間毎に2回繰り返す試験区Cを設定し、38週経過時に各区5本のほだ木を供試して剥皮調査を行った。

(2) 結果

剥皮調査で得られた各試験区の蔓延率および絶乾比重の

値を表18に示した。

表18 伸長中期・腐朽最盛期の過散水がほだ木に与える影響

試験区	蔓延率(%)		絶乾比重 <sup>1)</sup>
	材表面	木口面	
A	51	63	0.43
B	50	50	0.44
C	19	20	0.60

1) 種駒周辺の辺材部

5週間の過散水条件で育成したA区の材表面蔓延率および絶乾比重はB区と同程度であり、木口面蔓延率はA区が13%高い値を示した。A区の過散水条件下の辺材部含水率は38~42%であり、B区より6~8%高い値で推移していた。一方、4週間毎に過散水と乾燥に見舞われたC区のほだ木は、蔓延率および絶乾比重とも明らかに他区より劣っていた。この試験区のほだ木の材表面は部分的に褐色から黒色であり(写真6)、木口面のシイタケ菌蔓延部も黄褐色に変色していた。

(3) 考察

年間を通して最も温湿度が高い伸長中期・腐朽最盛期のほだ木に対する過散水の影響は、その前後の乾燥条件によって大きく異なることが示唆された。特に長期間にわたり極端な乾燥条件に見舞われたほだ木に対して、過剰な水分を供給することは材表面および木口面蔓延率の低下要因になると考えられた。伸長中期・腐朽最盛期の栽培現場における極端な水分条件がシイタケ菌の生育に及ぼす影響の程度については、さらに詳細な検討が望まれる。

一方、今回の培養室内で実施した試験結果では5週間の過散水条件は蔓延率に対して、悪影響を及ぼさなかった。しかし、野外での過散水はほだ木含水率だけではなく、伏せ込み環境の湿度が上昇することが考えられ、*Trichoderma* 属菌等の発生が危惧される(小松, 1976, 松尾, 1980)。また、野外では直射日光による影響も懸念され(松本・渡辺, 1961, 中西・吉富, 1982, 武藤, 1984)、伏せ込み場所の選定およびその後の管理が重要であると思われる。

ほだ木に対する水分管理法を検討する場合、過剰な降雨を遮断するのは散水を行うよりも困難を伴うことが予想される。今回の試験結果を総合的に考えると、伏せ込み地の環境は乾燥気味に管理し、降雨状況を考慮して散水を実施する方法が現実的かつ効果的であると思われる。



## V. まとめ

これからのシイタケ原木栽培の技術的課題は、単位材積当たりの収量を増やし、品質の高いものを低コストで安定的に生産することである。そのためにはまず、シイタケ子実体の発生が十分期待できるほど木を安定的に育成することが前提になる。本報告では栽培現場で制御可能と考えられる水分条件が、ほど木育成に及ぼす影響について検討した。今回の試験には大分県内で最も利用されているクヌギ原木および種駒（木片駒）を用いた。

原木に接種された種駒の含水率は、外部からの水分供給によって大きく変化していた。種駒接種後から外部からの水分供給がない場合、数日間で種駒自体が有する水分では発菌できない状態になった。これには外気温、原木の性状および水分状態、伏せ込み管理方法等が影響すると考えられるが、今回の試験では詳細な検討はしていない。また、近年使用が増えてきた種駒以外の種菌についても、今後検討する必要がある。しかし、今回の試験から原木に接種された種駒からの安定したシイタケ菌の生育には、水分管理が重要であることが明らかになった。また、基質の殺菌を行わない原木栽培は、シイタケ菌と他の微生物との占有競争である。シイタケ菌をいかに安定的に早く蔓延させるかで、ほど木の良否が決まるとも言える。そのためには種菌の能力を最大限に引き出す適切な管理を行うことが、ほど木育成の安定化に繋がると思われる。

原木に接種された種駒からシイタケ菌糸が伸長すると、ほど木の物理的変化が起こってくる。大分県内で行われている標準的な作業を行った場合、種駒接種から17週経過時点ではシイタケ菌糸の材腐朽は、ほど木の重量減少に影響しない。この入梅前後の時期までを活着・伸長初期とし、散水条件を検討した結果、1週間に2回の間隔で、1回当たり2時間の散水がほど木に対して効果的であると考えられた。また、以降33週経過時点までの伸長中期・腐朽最盛期は気象が極端な条件になりやすい。この時期に2週間の無散水条件に3回置かれたほど木は、材表面および木口面蔓延率に悪影響を及ぼした。この時期の散水間隔は週1から2回、散水時間は1回当たり2時間が目安になると思われた。栽培現場で散水する際には、今後の降雨状況に留意して、伏せ込み環境が長時間高温、高湿度にならないよう実施しすべしであろう。

今回の試験は培養室内の試験であり、時間当たりの散水量が比較的多かった。野外で応用する場合は、最初に施設の散水能力を把握する必要がある。また、伏せ込み場所は環境および気象条件を考慮し、慎重に選定することが求め

られる。適地としては排水が良く、陽当たり、風通しが比較的良好で、散水が可能などである。水分管理は重要であるが、周囲の環境に注意を払い、特に伸長中期・腐朽最盛期に直射日光が当たらないような管理を行うことを忘れてはいけない。

伸長中期・腐朽最盛期以降の管理については、今回検討していない。また、2年目以降についても未検討であるが、乾燥が継続する場合には原基形成に十分な水分をほど木に与える必要があり、今後の重要な検討課題である。

なお、野外においてほど木育成期間中の水分条件が子実体発生量に及ぼす影響について検討中である。結果は別の機会に明らかにする予定である。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、懇切なご指導を賜った古川久彦農学博士に深甚なる謝意を表す。また、終始多大な御協力と有益な御助言を頂いた大分県きのこ研究指導センター専門研究員松尾芳徳氏、主任研究員石井秀之氏に心より感謝申し上げる。さらに調査の補助、資料の取りまとめに協力していただいた後藤末広、甲斐和恵、太田光恵の各氏に対し感謝する。最後に、本報告書作成にあたり助言と協力をいただいた、大分県きのこ研究指導センターの多くの方々にお礼申し上げる。

## 引用文献

- 1) Abe, Y. (1989), Effect of moisture on decay of wood by xylariaceous and diatrypaceous fungi and quantitative changes in the chemical components of decayed woods. *Trans. mycol. Soc. Japan* 30: 169-181
- 2) Abe, Y. (1990), Influence of moisture on rate of decay of beech wood by *Hypoxylon truncatum* or *Lentinus edodes*, and their oxygen requirements. *Ibid.* 31: 45-53
- 3) 有馬忍・松尾芳徳(1992), シイタケ原木栽培の温湿度条件に関する研究(I), 日林九支研報, 45: 247-248
- 4) 有馬忍(1993), シイタケ原木栽培の温湿度条件に関する研究(II), 日林九支研報, 46: 269-270
- 5) 有馬忍・石井秀之(1994), シイタケ原木栽培の温湿度条件に関する研究(III), 日林九支研報, 47: 285-286
- 6) 朝香博典ら(1993), シイタケ菌の材腐朽におよぼす温度と水分の影響, 日林九支研報, 46: 267-268
- 7) 福田正樹ら(1987), シイタケ原木の形質とほど木の腐朽度および子実体発生量の関係, 菌蕈研報, 25: 68-74
- 8) 福田正樹ら(1988), シイタケ原木の伐採時期とほど木

- の腐朽度および子実体発生量との関係, 菌草研報, 26 : 65-70
- 9) 福田正樹(1989), 原木の含水率とシイタケ菌糸の生長, 菌草, 35 : 14-17
- 10) 古川久彦(1985), “食用きのこ栽培の技術”(勸林業科学技術振興所, 東京, 128P
- 11) 古川久彦・野淵輝(1986), “栽培きのこ害菌・害虫ハンドブック” 全林協, 東京, 256P
- 12) 本田耕吉ら(1981), シイタケ原木としてのコナラ・クヌギの水分挙動について, 鳥取大演報, 13 : 49-57
- 13) 本田耕吉ら(1983), シイタケ菌の生育に及ぼす培地含水率の影響, 広葉樹研究, 2 : 135-141
- 14) 加藤明ら(1977), 椎茸菌糸と湿度の関係について, 秋山種菌研究報告, 5, 13-16
- 15) 河内進策ら(1977), しいたけ栽培の安定化に関する研究(第1報), 日林九支研報, 30 : 317-318
- 16) 河内進策ら(1978), しいたけ栽培の安定化に関する研究(第2報), 日林九支研報, 31 : 319-320
- 17) 河内進策ら(1979), しいたけ栽培の安定化に関する研究(第3報), 日林九支研報, 32 : 347-348
- 18) 河内進策ら(1980), しいたけ栽培の安定化に関する研究(第4報), 日林九支研報, 33 : 343-344
- 19) 河内進策ら(1981), しいたけ栽培の安定化に関する研究(第5報), 日林九支研報, 34 : 261-262
- 20) 河内進策ら(1982), しいたけ栽培の安定化に関する研究(第6報), 日林九支研報, 35 : 215-216
- 21) 河内進策ら(1983), しいたけ栽培の安定化に関する研究(VII), 日林九支研報, 36 : 283-284
- 22) 河内進策ら(1984), しいたけ栽培の安定化に関する研究(VIII), 日林九支研報, 37 : 263-264
- 23) 岸本潤ら(1984), シイタケ菌の生育とほだ木水分条件との関係, 鳥取大農研報, 36 : 43-53
- 24) 小松光雄(1970), ほだ木材内のシイタケ菌糸体に対する拮抗菌, 菌草研報, 8 : 1-10
- 25) 小松光雄(1976), シイタケに抗菌性の *Hypocrea*, *Trichoderma* および類縁菌群の研究, 菌草研報, 13 : 1-113
- 26) 小松光雄ら(1980), 伐採原木含水量の経時変化とシイタケ菌糸生長との関連性, 菌草研報, 18 : 169-187
- 27) 松本由友・渡辺章(1961), 陽光の直射によるシイタケ櫛木内温度の変化について, 菌草研報, 1 : 85-91
- 28) 松尾芳徳(1980), シイタケほだ木の黒腐病に関する研究, 大分県林試研報, 9 : 1-212
- 29) 武蔵治彦(1984), シイタケほだ木の伏せ込み初期における日光の直射が菌糸の蔓延に及ぼす影響, 32 : 69-72
- 30) 中西清人・吉富清志(1982), 直射日光がシイタケほだ木に及ぼす影響(第2報), 日林九支研報, 35 : 213-214
- 31) 中村克哉(1982), シイタケ栽培の史的的研究, pp 427-452, 東宣出版, 東京
- 32) 中沢武・森寛一(1988), シイタケ菌の高温に対する耐性の菌株間差, *Trans. Mycol. Soc. Japan* 29 : 55-62
- 33) 大平郁男(1991), シイタケ菌によるコナラの腐朽様式と子実体発生に関する研究, 菌草研報, 29 : 70-128
- 34) 角田光利ら(1992), 伏込地の環境とシイタケほだ木の重量変化, 日林九支研報, 45 : 249-250
- 35) 内田幸延ら(1993), シイタケ櫛木の害菌として分離された *Arthrographis cuboidea*, *Trans. Mycol. Soc. Japan* 34 : 275-281
- 36) Yositomi, K. et.al (1983), Studies on damages of shiitake bed logs by several injurious fungi in Kyushu district. Abstracts IMC3, The 3rd international Mycological Congress. P.713
- 37) 吉富清志(1986), “シイタケ栽培の理論と実際”, 農村文化社, 東京,
- 38) 善如寺厚(1991), シイタケ原木栽培 “きのこの基礎科学と最新技術”, pp201-211, 農村文化社, 東京



写真1 室内栽培実験棟培養室で育成中のほだ木



写真2 種駒含水率が発菌に及ぼす影響(品種：森121号、10℃、10日後)

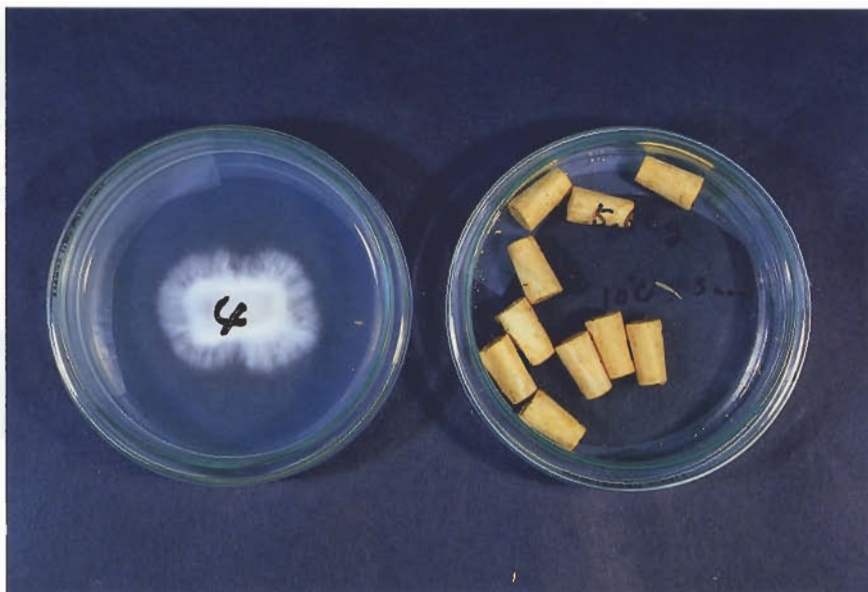


写真3 10℃で1ヶ月間保存した未発菌種駒のPDA平板培地上の発菌(品種:森121号)

右:含水率20%の未発菌種駒(1ヶ月保存)  
左:未発菌種駒からのシイタケ菌糸の再生

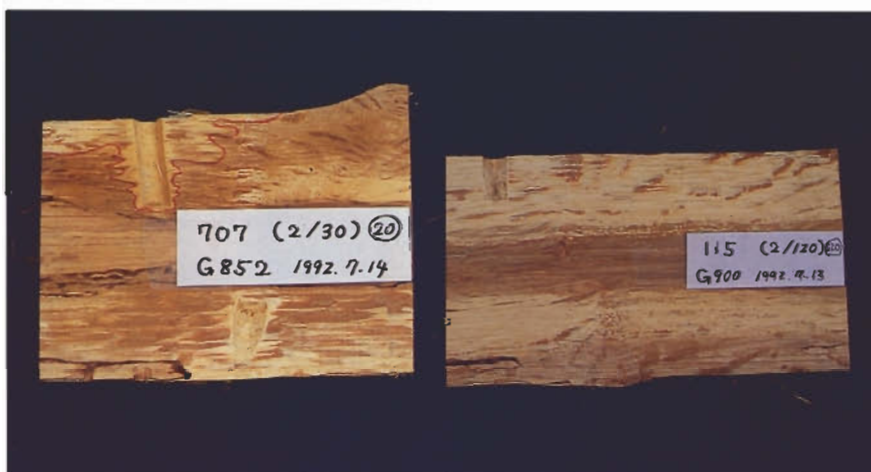


写真4 活簗・伸長初期の散水量がシイタケ菌の伸長に与える影響

左:週2回、1回30分散水区(2/30区、品種:Y707号)  
右:週2回、1回120分散水区(2/120区、品種:菌興115号)



写真5 伸長中期・腐朽最盛期の乾燥条件におかれたほだ木(E区、品種：Y707号)

左：材表面

右：木口面



写真6 伸長中期・腐朽最盛期の過散水がほだ木に及ぼす影響(品種：Y707号)

左：B区の健全ほだ木

右：C区の変色ほだ木

編集委員会

委員長：松尾芳徳

委員：佐藤敏一、宮脇和英、高倉芳樹

石井秀之、有馬 忍

大分県きのご研究指導センター研究報告 第1号

1999年2月25日 発行

発行 大分県きのご研究指導センター  
〒879-7111 大分県大野郡三重町赤嶺2369  
TEL 0974-22-4236  
FAX 0974-22-6850

印刷 佐伯印刷株式会社  
〒870-0844 大分県大分市古国府1156-1  
TEL 097-543-1211  
FAX 097-541-4028