

大分県きのこ研究指導センター

研 究 報 告

第 3 号

暖冬下の乾シイタケ安定生産技術の開発(I)

—温度条件の影響と水分管理について—

石 井 秀 之・有 馬 忍

2003年3月

大分県きのこ研究指導センター

大分県大野郡三重町赤嶺2369

暖冬下の乾シイタケ安定生産技術の開発(Ⅰ)

—温度条件の影響と水分管理について—

石井秀之・有馬忍

Development of stable rearing technic of dried shiitake(*Lentinula edodes*) in mild winter condition (Ⅰ)

— Influence of a temperature condition and a technic to control water conditoin —

ISHII Hideyuki・ARIMA shinobu

要 旨

暖冬現象が原木栽培用シイタケ品種の子実体発生に与える影響およびその対応策について検討を行った。暖冬現象による子実体発生不良現象は、冬期の温度上昇により子実体発生が早まるとともに発生のピークの不明瞭化および遅れなどによる発生期間の長期化に春期の温度上昇が加わり、追加的な子実体発生がないまま発生が終了することによって引き起こされると推定された。この対策の一つとして、子実体発生の早期化を利用し、冬期の子実体発生を促し発生量を確保することを検討した。この結果、低温性品種については11月から12月に散水することによって、12月から2月の冬期子実体発生率を上昇させられることが明らかとなった。中温性品種については、冬期に子実体発生が停止する場合が多いが、11月から2月にの期間に10日から20日に1回2時間程度の散水と保温管理を行うことにより冬期の子実体発生量を確保できることが明らかとなった。また、暖冬条件に適合する品種の検索を行い、1年目の結果ではあるが、適応可能とみられる品種がみいだせた。

Summary

An investigation was made about the influence of mild winter on the fruiting of *Lentinula edodes* in the bed log cultivation, and about the method to improve the yield. Insufficient yield of *L.edodes* was caused by the fact that the first peak of fruiting became lower and the second peak which is usually observed in normal winter disappeared by the influence of mild winter. To improve the yield, an experiment was conducted to fruit in the mid-winter when there is few fruiting in normal winter. As a result, it was clarified that the spraying of water in November and December caused increment of yield during the period between December and February in low temperature strains. In middle temperature strain in which fruiting stops normally in mid-winter, spraying water once in every 10 to 20 days during the period between November and February caused increment of yiled. A survey of strains in which enough yield will be ensured even in mild winter was also made and some hopeful strains were found though the study period was not enough.

キーワード：乾シイタケ，暖冬，温度条件，水分管理

目 次	頁
I. はじめに	2
II. 低温性品種に関する検討	2
1. 温度条件の影響	3
2. 水分条件の影響	6
3. 冬期の水分管理技術の検討	7
4. 品種間差の検討	10
III. 中温性品種に関する検討	12
1. 水分管理技術の検討	12
2. 品種間差の検討	16
IV. 菌床栽培による子実体発生への検討	17
V. まとめ	19
VI. 引用文献	20

I. はじめに

大分県における乾シイタケ生産は、中山間地域の基幹的作目の一つであり、本県の代表的産物となっている。しかし、昭和59年の4,040 tをピークに減少し、現在は、1,400 t程度で横ばいとなっている。

生産量減少の要因としては、生産者の高齢化や後継者不足および輸入シイタケの急増による価格低迷など生産基盤の弱体化が挙げられる。また、乾シイタケは、自然環境を利用した原木栽培で生産されており、生産に係わる経費が低くなるが、その生産が気象条件の影響に左右されやすい特徴を持っている。このため、近年の慢性的な異常気象、特に暖冬が、生産量減少および品質低下の大きな要因の一つと考えられている。

この暖冬の影響については、シイタケ原木栽培における子実体発生へのメカニズムと温度条件の関係が明らかでなく、生産現場において有効な対策を講じることができない状況にある。

本研究は、シイタケ子実体の発生に影響を与える温度条件について検討を行い、暖冬下における安定した乾シイタケ生産技術を開発し、栽培技術の再構築と体系化を目的として行った。今回は、平成11年度から平成13年度まで3年間の試験研究の中間報告としてとりまとめを行った結果を報告する。

なお、市販シイタケ品種の区分については、種菌メーカーにより基準が異なり、定義が明確でないことから、本研

究では、春期に発生の集中がみられ低温性あるいは低中温性と呼称される品種を低温性とし、秋期から散発的に発生がみられ中温性あるいは中低温性と呼称される品種を中温性として試験を実施した。

II. 低温性品種に関する検討

大分県の原木シイタケ生産において使用されている種菌の販売状況を表II.1.1に示した。使用されている品種数は生シイタケ栽培用品種を含めると50品種以上あるが、低温性品種が全体の約60%を占め主体となっている。これら、低温性品種は春期に集中的に発生することから、暖冬条件の影響を大きく受けることが考えられる。本章では、低温性品種における暖冬条件の影響とその対策について栽培技術の点から検討を行った。

表II.1.1 平成13年春種菌販売割合および栽培特性

区分	品種名	割合 ¹⁾	栽培特性 ²⁾
低温性	森 121号	18.2	7~18℃ 低温性 冬春型
	菌興 115号	9.7	8~16℃ 低中温性 冬春型
	明治 908	9.7	5~18℃ 低温性 春型
	明治 新908	6.9	5~18℃ 低温性 春秋型
	その他	15.4	
	小計	59.9	
中温性	森 290号	21.7	7~20℃ 中低温性 春秋型
	森 ゆう次郎	8.7	7~20℃ 中低温性 春秋型
	その他	5.8	
	小計	36.2	
高温性品種等		3.9	
合計		100.0	

1) 大分県林業振興貸料より作成、単位%

2) きのご種菌一覽(2002年版、全国食用きのご種菌協会編)による

1. 温度条件の影響

子実体発生段階における温度条件の影響については、原基形成、子実体発生および形態に与える影響について報告(小松・時本, 1982; 大平, 1991; 大平ら, 1982; 時本・小松, 1982) されている。しかし、1月から2月の冬期における温度が平年値より高い温度で推移する暖冬現象が春期に収穫されるシイタケ子実体発生に与える影響については、調査・検討された例がなく、影響の程度も定量的に把握されていない。本項では、冬期の温度条件の影響について検討した結果を述べる。

(1) 材料および方法

<試験1> 供試ほだ木は、常法により調整したクヌギ原木に1997年2月に明治908の木片種菌を接種し、集約栽培施設(以下人工ほだ場とする)で20ヶ月育成した。1998年11月上旬に温湿度制御の可能な室内栽培実験棟発生室(以下、発生室とする)にほだ木を搬入し、井桁伏せの状態で24時間散水後、2ヶ月間無散水の条件で管理した。この期間の温度条件は大分市の平年値(気象庁, 1991)を用いた定値制御とし、11月は12.7℃、12月は7.7℃とした。

試験区は、1~2月の温度条件が異なる6試験区を設定し、温度条件は大分市の平年値を基準として用い、定値制御とした。A区は1, 2月の温度が大分市の平年値(1月5.5℃、2月5.9℃)、B区は1月が平年値より3℃高い試験区、C区は2月が平年値より3℃高い試験区、D区は1, 2月ともに平年値より3℃高い試験区、E区は1月下旬に連続3日15℃の温度処理区、F区は1月下旬に連続7日15℃の温度処理区とした。3月の温度条件は、全試験区共通で平年値の8.8℃とした。水分管理は1月から3月まで週2日の散水を行い、1日当たり30分の散水を2回(1回目と2回目の間隔は4時間、散水強度は20mm/hr)とした。

1試験区当たり10本のほだ木を供試し、幼子実体がほだ木樹皮表面上で確認された日(以下、確認日とする)、菌さんが7~8部開きに生長した子実体収穫日および生重量を個体ごとに1999年3月31日まで調査した。

<試験2> 供試ほだ木は、常法により調整したクヌギ原木に1999年2月に森121号および菌興115号の木片種菌を接種し、人工ほだ場で20ヶ月育成した。2000年11月上旬に発生室にほだ木を搬入し、井桁伏せの状態24時間散水後、2ヶ月間無散水の条件で管理した。この期間の温度条件は大分市の平年値を用いた3時間ごとのプログラム制御とし、11月の平均室温は12.7℃、12月の平均室温は7.7℃とした。

試験区は、1月から2月の温度処理時期が異なる4試験区を設定し、温度条件は大分市の平年値による3時間ごとのプログラム制御とした。A区は1月中旬に連続3日15℃の温度処理をした試験区、B区は1月下旬に連続3日15℃の温度処理をした試験区、C区は2月上旬に連続3日15℃の温度処理をした試験区、D区は対照として1, 2月が平年値の試験区とした。3月および4月の温度条件は、全試験区共通で平年値とした。なお、プログラム制御の温度設定値を表II.1.2に示した。

1試験区当たり15本のほだ木を供試し、発生した子実体の菌さんが7~8部開きに生長した時点で収穫し、試験区ごとに発生個数、生重量、乾燥重量を2001年4月30日まで調査した。

(2) 結果および考察

<試験1> ほだ木樹皮表面上で確認された幼子実体の出現個数を、確認時期別および試験区ごとに表II.1.3に示した。幼子実体は全試験区で1月中旬以降に確認された。A区では2月上旬が最も多く、2月中旬以降も安定的に出現していた。B区は1月下旬から2月上旬に集中して幼子実体が確認されたが、個体数はA区と比較して少なかった。C区は2月上旬まではA区と同様の傾向であったが、2月中旬以降の幼子実体確認数は大きく減少していた。D区もC区と同様であったが、2月上旬の幼子実体確認数がC区より少なく、出現数の集中程度が低かった。E区はA区と比較して、1月下旬の処理以降2月中旬までの幼子実体出現数が大きく減少した。F区は処理以降2月下旬までに確認される幼子実体出現数が著しく減少していた。

表II.1.2 温度制御設定値

時刻別温度 (°C) ¹⁾										時刻別温度 (°C) ¹⁾									
月	0時	3時	6時	9時	12時	15時	18時	21時	平均	月	0時	3時	6時	9時	12時	15時	18時	21時	平均
9月	21.0	21.0	20.0	24.0	26.0	26.0	25.0	23.0	23.2	1月	3.0	3.0	5.0	8.0	8.0	9.0	7.0	5.0	5.5
10月	15.0	15.0	15.0	18.0	21.0	21.0	19.0	17.0	17.8	2月	4.0	4.0	3.0	6.0	9.0	10.0	8.0	6.0	5.9
11月	10.0	10.0	10.0	13.0	16.0	17.0	14.0	12.0	12.7	3月	6.0	6.0	5.0	9.0	12.0	12.0	11.0	9.0	8.8
12月	5.0	5.0	5.0	7.0	11.0	12.0	10.0	7.0	7.7	4月	11.0	11.0	11.0	14.0	17.0	17.0	16.0	14.0	14.0

1) 日本気候表(気象庁, 1991) 大分地方気象台資料より調整(大分市, 統計期間1961~1990年)

子実体収穫日および個数を半旬ごとに集計し試験区別に表Ⅱ.1.4に示した。A区では子実体の収穫は3月1日以降に始まり、3月の6日から10日に集中していた。B、C、D区では2月中旬から収穫が始まり、集中的に収穫される時期は明瞭でなく、3月16日以降の収穫数が減少していた。E区では3月6日から3月15日の間に集中して収穫されたが、収穫数は少なかった。F区は3月11日から3月20日の間に集中して収穫されたが、収穫数は試験区の中で最も少なかった。

ほだ木樹皮表面上に出現が確認された幼子実体および収穫された子実体に関する調査結果を試験区別に表Ⅱ.1.5に示した。1月から2月に平年値より3℃高い温度条件が

30日以上継続したB、C、D区はA区と比較して、子実体収穫個数で36～47%、子実体発生量で31～46%減少した。また、ほだ木を3日連続15℃で処理したE区は、1～2月が平年値より3℃高いD区の子実体収穫数および発生量と差がなかった。15℃で7日連続処理したF区は、E区よりさらに子実体収穫数が減少した。子実体成熟率については、D区を除くと子実体の収穫量が多い試験区が低くなる傾向がみられた。しかし、今回設定した温度条件が個重に与える影響は明確でなかった。また、子実体収穫までの日数については、試験区間で大差はみられなかった。

以上のことから、子実体発生量の減少は、子実体成熟率の低下ではなく幼子実体の出現数の減少によるものと考え

表Ⅱ.1.3 幼子実体の確認時期および出現個数

時 期	試 験 区 ¹⁾					
	A	B	C	D	E	F
1月中旬	3	2	9	2	5	1
1月下旬	15	33	20	21	8	5
2月上旬	58	25	54	32	18	2
2月中旬	31	9	17	15	17	3
2月下旬	33	10	16	16	28	10
3月以降	38	6	6	9	25	21
合 計	178	85	112	95	101	42

- 1) A: 1月5.5℃, 2月5.9℃ B: 1月8.5℃, 2月5.9℃
 C: 1月5.5℃, 2月8.9℃ D: 1月8.5℃, 2月8.9℃
 E: 1月下旬に15℃で3日間処理 (他の期間はA区と同条件)
 F: 1月下旬に15℃で7日間処理 (他の期間はA区と同条件)

表Ⅱ.1.4 子実体の収穫時期および個数

時 期	試 験 区 ¹⁾					
	A	B	C	D	E	F
2月28日まで	0	18	23	7	0	0
3月1～5日	19	17	23	26	9	1
3月6～10日	66	12	21	5	33	2
3月11～15日	24	7	22	15	25	14
3月16～20日	6	4	1	5	7	15
3月21～25日	12	1	1	5	2	6
3月26～31日	3	2	1	2	5	0
合 計	130	61	92	65	81	38

- 1) A: 1月5.5℃, 2月5.9℃ B: 1月8.5℃, 2月5.9℃
 C: 1月5.5℃, 2月8.9℃ D: 1月8.5℃, 2月8.9℃
 E: 1月下旬に15℃で3日間処理 (他の期間はA区と同条件)
 F: 1月下旬に15℃で7日間処理 (他の期間はA区と同条件)

表Ⅱ.1.5 試験区別の幼子実体出現数および子実体収穫数

試験区 ⁵⁾	幼子実体 出現数 (個)	子実体 収穫数 (個)	子実体 成熟率 ¹⁾ (%)	子実体 収穫個数 ²⁾ (個/本)	子実体 発生量 ³⁾ (g/本)	子実体 個 重 (g)	幼子実体 収穫日数 ⁴⁾ (日)
A	178	130	73	14.4(100)	315.4(100)	21.8	26.6
B	85	61	72	7.6(53)	211.8(67)	27.8	29.2
C	112	92	82	9.2(64)	218.1(69)	23.7	28.4
D	95	65	68	8.1(56)	169.9(54)	20.9	25.0
E	101	81	80	8.1(56)	166.5(53)	20.6	26.6
F	42	38	91	4.8(33)	141.6(45)	29.8	24.1

- 1) 子実体成熟率 (%) = 子実体収穫数 / 幼子実体出現数 × 100
 2) 子実体収穫個数 (個/本) = 収穫子実体数 / 子実体を収穫したほだ木本数, 括弧内はA区を100とした場合の割合
 3) 子実体発生量 (g/本) = 収穫子実体重量 / 子実体を収穫したほだ木本数, 括弧内はA区を100とした場合の割合
 4) 1～2月にほだ木樹皮上に確認された幼子実体の収穫までに要した平均日数
 5) A: 1月5.5℃, 2月5.9℃ B: 1月8.5℃, 2月5.9℃ C: 1月5.5℃, 2月8.9℃
 D: 1月8.5℃, 2月8.9℃ E: 1月下旬に15℃で3日間処理 (他の期間はA区と同条件)
 F: 1月下旬に15℃で7日間処理 (他の期間はA区と同条件)

られた。子実体の発生数量に最も大きく影響を与えるのは芽出し処理温度であることが報告(大平ら, 1982)されており, 今回の結果から, 春期のシイタケ子実体の形成に対しては, 1月から2月の温度条件が影響することが明らかとなり, 子実体発生が早期化および分散化する傾向にあることが明らかとなった。

＜試験2＞ 期間全体で発生した子実体の乾燥重量の合計をほだ木材積1㎡当りに換算した発生量を表Ⅱ.1.6に示した。全期間平年値のD区と比較すると, 森121号の場合は2月上旬に温度処理をしたC区の発生量が少なかったが, 1月下旬に温度処理を行ったB区の発生量は多く, <試験1>の結果と異なっていた。菌興115号の場合は, 1月中旬に温度処理をしたA区の発生量が多く, B区およびC区はやや少ないものの大差はみられなかった。

子実体の収穫日ごとに半旬別に集計した結果を期間全体の発生量に対する半旬別の子実体収穫率として図Ⅱ.1.1, 2に示した。森121号の場合は, A区では2月11日から3月5日にかけて連続的に収穫がみられ, 明瞭な収穫時期の集中がみられなかった。B区およびC区では, 2月16~20

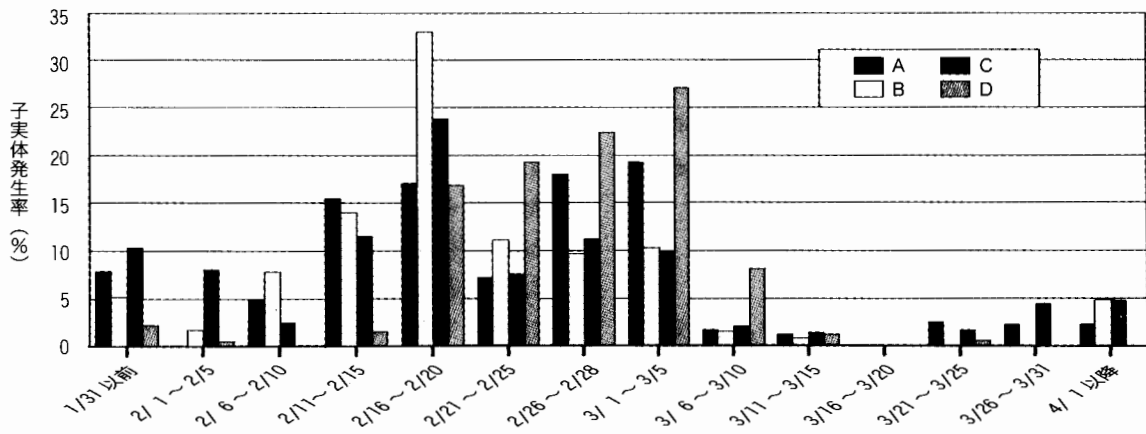
日の間に収穫の集中がみられた。D区では, 2月16日から3月5日の間に集中して収穫され, 3月1~5日が最も集中しており, 温度処理を実施したA, B, Cの各区より発生期間が短かった。また, 全試験区共通して, 4月1日以降新たな幼子実体の発生はほとんどみられなかった。菌興115号の場合は, 温度処理を行ったA, B, Cの3試験区は3月1~5日に集中がみられ, D区は3月21~25日に集中していた。また, 森121号と異なり, 4月1日以降も少数ではあるが幼子実体の発生がみられた。

表Ⅱ.1.6 試験区別の子実体発生量

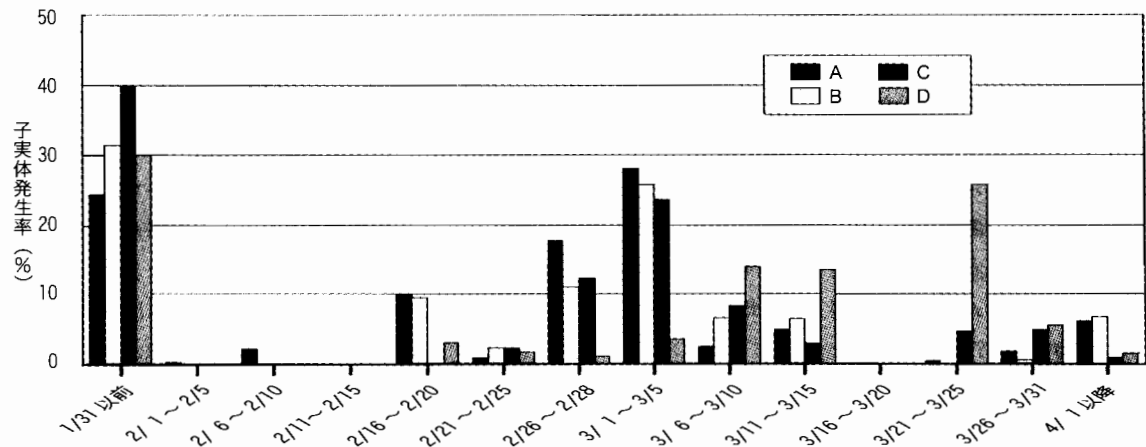
試験区 ¹⁾	森121号		菌興115号	
	発生量	個重	発生量	個重
A	5658	3.7	6788	6.5
B	6571	3.8	5970	6.8
C	4563	3.4	5927	6.1
D	5330	3.2	6199	7.3

単位: 発生量 g/㎡ 個重 g

- 1) A: 1月中旬に15℃3日の温度処理
- B: 1月下旬に15℃3日の温度処理
- C: 2月上旬に15℃3日の温度処理
- D: 全期間平年値
- A~C区のお他期間はD区と同条件



図Ⅱ.1.1 半旬ごとの子実体発生率(森121号)



図Ⅱ.1.2 半旬ごとの子実体発生率(菌興115号)

以上の結果から、暖冬条件が子実体発生量に与える影響については、品種により差があり、冬期から春期にかけて連続的に発生する品種については影響を受けにくいと考えられる。これは、3月中旬以降の子実体収穫率が春期に集中して発生する品種よりも高いことから、子実体の発生温度が高いことによると推測される。しかし、子実体の発生については、品種によらず、発生時期の早期化および発生ピークの低下や分散化にともなう発生期間の長期化などの影響がみられる。

春期に集中発生する品種の場合、暖冬条件により3月中旬以降の子実体発生量が増加しており、この時期は気温の上昇が生じやすい時期であることから、気温の上昇にともなう子実体発生が早期に終了し、発生量の減少を引き起こすことが推定され、このことが、暖冬現象による子実体発生不良の機構と考えられる。

(3) まとめ

これまでに述べてきたように、暖冬現象による発生不良については、暖冬による発生期間の長期化と春期の急激な温度上昇が重なって引き起こされるものであることが明らかとなった。しかし、品種により温度条件の影響が異なることが明らかとなったことから、暖冬条件に適応できる品種の検索を行う必要が考えられる。また、子実体発生の早期化がみられることから、子実体発生量に負の影響を与えることなく発生の早期化が可能な栽培技術の開発も必要と考えられる。

2. 水分条件の影響

暖冬が子実体発生に与える影響については、発生量の減少などについて報告(有馬, 1999; 有馬, 2000)されているが、影響の回避について検討された例はみられない。本項では、水分管理による影響の回避について検討した結果を述べる。

(1) 材料および方法

供試ほだ木は、常法により調整したクヌギ原木に1999年2月に明治908の木片種菌を接種し、人工ほだ場で20ヶ月育成した。2000年11月上旬に発生室にほだ木を搬入し、井桁伏せの状態で24時間散水後、2ヶ月間無散水の条件で管理した。この期間の温度条件は大分市の平年値を用いた3時間ごとのプログラム制御とし、11月の平均室温は12.7℃、12月の平均室温は7.7℃とした。

試験区は、1月の温度条件と散水による水分管理条件により6試験区を設定し、温度条件は大分市の平年値を用いた3時間ごとのプログラム制御とした。AからCの3試験

区は温度条件が平年値で、A区は散水が週2日(1日当たり30分を2回、1回目と2回目の間隔は4時間)、B区は散水が週2日(1日当たり2時間を2回、1回目と2回目の間隔は4時間)、C区は散水が週2日(1日当たり4時間の連続散水)とした。DからFの3試験区は温度条件が平年値より3℃高く、D区は散水が週2日(1日当たり30分を2回、1回目と2回目の間隔は4時間)、E区は散水が週2日(1日当たり2時間を2回、1回目と2回目の間隔は4時間)、F区は散水が週2日(1日当たり4時間の連続散水)とした。2月から4月の管理は全試験区共通で、温度条件は平年値とし、散水条件は週2日(1日当たり30分を2回、1回目と2回目の間隔は4時間)とした。

1試験区当たり20本のほだ木を供試し、発生した子実体の菌さんが7~8部開きに生長した時点で収穫し、試験区ごとに発生個数、生重量、乾燥重量を2001年4月30日まで調査した。また、1月の第1回目の散水時にA、B、C3試験区のほだ木重量測定を行い吸水率を調査した。さらに、1月については、A、B、C3試験区の中段のほだ木の中央部に直径1mmの穴を樹皮表面から7mmの深さにあけ温度センサ(T熱伝対)を設置し、ほだ木内樹皮部温度を各試験区1本のほだ木について1時間ごとに測定した。

(2) 結果および考察

試験期間全体の収穫された子実体の乾燥重量をほだ木材積1m³あたりに換算した子実体発生量および収穫日ごとの乾燥重量を半月ごとに集計し発生量に対する割合を計算した収穫率を表II.2.1に示した。試験区全体の発生量について、A区と比較すると、平年値の温度処理区では散水处理により発生量が減少していた。また、平年値より3℃高い処理区はE区を除いて平年値の温度処理区よりさらに発生量が少なかったが、E区はA区に次いで発生量が多く温度条件の影響が少なかった。半月別の収穫率について、散水处理が同一の試験区と比較すると、D区ではA区より収穫のピークが10日程度遅れ、3月中旬以降の収穫率が上昇していた。E区はB区と比較して収穫のピークは同様であったが集中の程度が低く、3月中旬以降の収穫率が高い傾向がみられた。F区ではC区より収穫のピークが5日程度遅く、3月中旬以降の収穫率が上昇していた。

散水处理前後のほだ木重量測定の結果から算出した吸水率およびほだ木内樹皮部温度の平均値を表II.2.2に示した。吸水率は合計の散水時間が同一でも間隔を置いて散水したB区がC区より高くなっていた。ほだ木内樹皮部の温度については試験区間で大きな差はみられなかったが、散水の水温が発生室の設定温度より高い(有馬, 2000)ことから散水時間が長い試験区の方が上昇する傾向がみられた。

表Ⅱ.2.1 試験区別子実体発生量調査結果

	試験区 ²⁾						
	A	B	C	D	E	F	
発生量 (g/ m ²)	4622	3867	3595	3467	4266	2905	
個重 (g)	3.6	4.0	4.0	4.0	4.4	4.6	
半 旬 別 取 穫 率 ¹⁾ (%)	1/31 以前	15.9	21.8	12.0	8.8	14.1	4.2
	2/ 1 ~ 2/ 5	1.1	0.0	2.1	2.8	0.0	0.0
	2/ 6 ~ 2/10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2/11 ~ 2/15	7.0	6.8	1.8	0.0	1.6	0.0
	2/16 ~ 2/20	6.6	0.7	6.6	0.0	0.7	4.8
	2/21 ~ 2/25	14.0	3.3	3.2	2.1	10.0	3.3
	2/26 ~ 2/28	23.9	15.6	37.1	1.4	9.4	9.4
	3/ 1 ~ 3/ 5	25.0	43.6	25.8	11.0	24.8	25.6
	3/ 6 ~ 3/10	2.2	6.3	4.6	12.6	12.9	14.9
	3/11 ~ 3/15	1.5	0.0	6.2	24.2	7.1	9.0
	3/16 ~ 3/20	0.6	0.0	0.0	16.5	15.3	10.0
	3/21 ~ 3/25	0.0	0.8	0.0	4.7	0.0	3.8
	3/26 ~ 3/31	0.0	0.0	0.6	13.1	2.6	10.4
	4/ 1 以降	2.1	1.2	0.0	2.7	1.4	4.6

1) 半旬別収穫率 (%) = 半旬ごとの収穫量の合計 / 試験期間の総発生量 × 100

2) A : 温度平年、散水週2日1日30分2回 B : 温度平年、散水同2時間2回
C : 温度平年、散水同4時間連続 D : 温度平年 +3℃、散水同30分2回
E : 温度平年 +3℃、散水同2時間2回 F : 温度平年 +3℃、散水同4時間連続

表Ⅱ.2.2 試験区別の吸水率と温度変化

試験区 ²⁾	吸水率 ¹⁾ (%)	ほだ木内樹皮部	
		温度 (°C) ³⁾	
		通常時	散水時
A	3.24	4.5	5.7
B	5.18	4.7	5.9
C	4.13	4.6	6.0

1) 吸水率は1回日の散水時のデータを用い、重量%で表示
吸水率 (%) = (散水後重量 - 散水前重量) / 散水前重量 × 100
2) A : 温度平年、散水週2日1日30分2回
B : 温度平年、散水同2時間2回
C : 温度平年、散水同4時間連続
3) 通常時は散水処理を行わない日の平均値、散水時は散水処理を行った日の平均値

以上の結果から、暖冬現象がシイタケ子実体の発生に与える影響については、1の温度条件の影響で述べたことと同様の結果が導かれるが、散水処理により子実体発生のピークの遅れが少なくなることおよび散水方法によっては発生量減少の影響を抑制することが可能であることが明らかとなった。しかし、吸水率との関係が明らかでなく、散水処理方法についてはさらに検討が必要と考えられる。また、散水処理によりほだ木の温度が上昇する傾向がみられたことから、散水方法と温度上昇の関係および子実体発生に与える影響について検討が必要と考えられる。

今回の試験結果では、1年ほだ木については子実体発生に与える影響を緩和できる可能性がみいだされたが、ほだ木

齢が異なる場合や散水処理の最適条件について今後検討する必要がある。

3. 冬期の水分管理技術の検討

これまでの結果により、暖冬条件は子実体発生の早期化をもたらすことが明らかとなったことから、冬期に子実体発生を促すことにより、暖冬条件の影響を緩和することを目的として、散水開始時期および散水方法の水分管理条件の検討を、当センターの人工ほだ場で行った結果について述べる。

(1) 材料および方法

供試ほだ木は、清川村産17年生のクヌギ原木を常法により長さ1mに調整し、2000年2月に種菌を接種後、当センター内の人工ほだ場で18ヶ月間育成した。種菌には、市販低温性品種の森121号 (RA)、菌興115号 (WD)、明治908 (YA)、明治新908 (YC) の4品種の木片種菌を用いた。試験は屋外の人工ほだ場で行い、移動刺激による発生への影響を回避するために2001年9月上旬に立込みを行った。

試験区は、散水開始時期の温度を2条件および散水方法を2条件との組み合わせにより4試験区を設定した。1区は散水開始の温度条件を最低気温5℃、日較差10℃以上とし、2日に1度3時間の散水の試験区。2区は1区と同様

の温度条件で、4日に1度3時間の散水の試験区。3区は散水開始の温度条件を最低気温0℃を3回記録した日で、2日に1度3時間の散水の試験区。4区は3区と同様の温度条件で、4日に1度3時間の散水の試験区とした。散水処理の実施期間は1ヶ月とし、散水間隔に合わせて降雨の遮断と追加を行った。なお、人工ほだ場の散水施設の散水能力は40mm/hrであった。

1 試験区当たりのほだ木供試本数は10本とし、散水処理開始時から、ほだ木樹皮表面上に確認された子実体の個数(幼子実体を含む)を3~4日ごとに調査した。また、菌さんが7~8分に開いた時点で子実体を収穫し、発生個数と生重量および乾燥重量を試験区別に子実体発生終了時まで調査した。

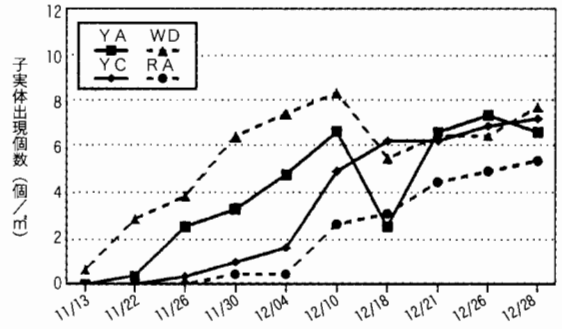
(2) 結果および考察

散水処理開始時期は、当センター内に設置した百葉箱内における気温の測定結果から、1区および2区が2001年11月13日、3区および4区が2001年12月10日であった。

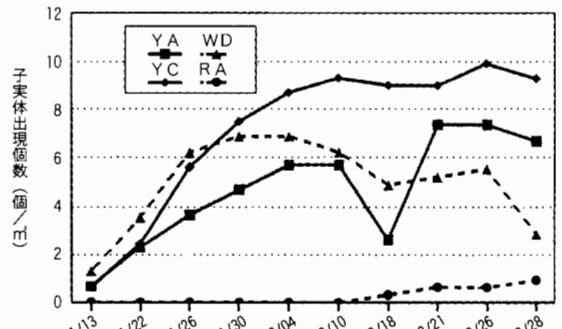
散水処理の結果は、A区が散水7回と降雨1日、B区が散水4回と降雨1日、C区が散水6回と降雨2日、D区が散水4回と降雨1日であった。

散水処理終了後1ヶ月までの間にほだ木樹皮表面上で確認された子実体を各調査日ごとにほだ木表面積1㎡当たりの出現個数として試験区別に図II.3.1~4に示した。A区およびB区については、供試品種すべてにおいて散水終了後1ヶ月までの子実体出現数の明白な増加傾向はみられなかった。C区においては、明治908および明治新908で水分管理終了後の2002年1月15日に子実体出現数の増加がみられ、明治新908で顕著であった。D区においても、C区と同様に明治908および明治新908で子実体出現数の増加傾向がみられ、試験区3の場合より増加傾向は顕著であり、1月7日から8日早かった。

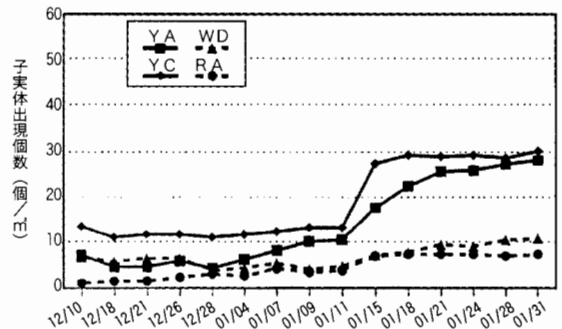
発生量調査の結果は、子実体の乾燥重量をほだ木材積1㎡当たりに換算した合計値(以下、発生量とする)と冬期の子実体発生率(以下、冬期発生率とする)を算出し試験区別に表II.3.Iに示した。発生量は散水処理の開始時期が同一の試験区で比較すると、各品種共通して、A区およびB区ではA区の発生量が多く、C区およびD区ではD区が多かった。冬期発生率では、試験区による明確な差はみられなかったが、全体的には、散水処理の開始時期が遅かったC区およびD区が高い傾向がみられた。また、自然条件下の試験区と比較できた菌興115号および森121号でみると、水分管理を行った試験区の冬期発生率が高い傾向がみられた。



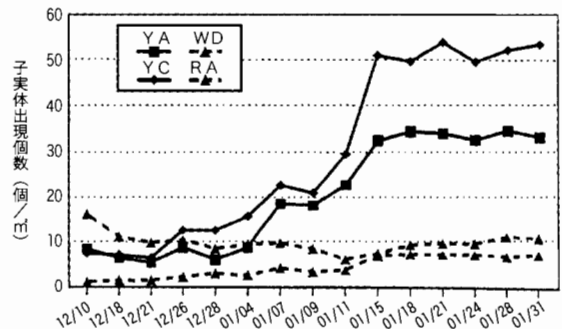
図II.3.1 品種別子実体出現個数(試験区1)



図II.3.2 品種別子実体出現個数(試験区2)



図II.3.3 品種別子実体出現個数(試験区3)



図II.3.4 品種別子実体出現個数(試験区4)

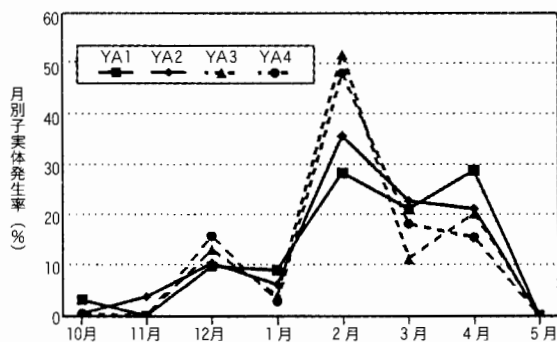
表Ⅱ.3.1 試験区別子実発生量および月別発生率

試験区 ¹⁾	発生量 (g/ m ²)				冬期発生率 (%) ²⁾			
	908	新908	115	121	908	新908	115	121
A	7539	6018	6015	3201	52.2	49.9	43.7	57.2
B	6341	5870	5224	2871	47.0	58.0	54.0	44.1
C	6705	7412	5318	1899	66.3	73.5	63.8	52.4
D	7605	9607	7654	3914	68.7	78.5	42.0	76.6
対照 ³⁾			4458	3433			30.9	20.7

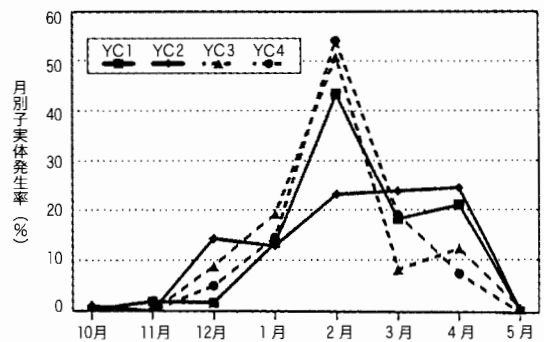
- 1) A：最低気温5℃、日較差10℃、2日に1回3時間 B：温度条件は1と同一、4日に1回3時間
 C：最低気温0℃3回、2日に1回3時間 D：温度条件は1と同一、4日に1回3時間
 2) 冬期発生率 (%) = 各試験区の冬期(12～2月)の発生量 / 各試験区の期間の総発生量 × 100
 3) 対照区は人工ほだ場における自然条件下の試験区の調査結果

試験区ごとの総乾燥重量に対する月別の子実発生割合(以下、発生率とする)を算出し品種別に図Ⅱ.3.5～8に示した。月別の発生率の変化では、明治908の場合、散水処理の違いによる発生パターンの差は大きくなかったが、C区およびD区の2月の発生率が高かった。明治新908の場合も、明治908と同様の傾向がみられたが、B区は他の試験区と異なり、連続的な発生パターンを示した。菌興115号では、4試験区とも同様の発生パターンであ

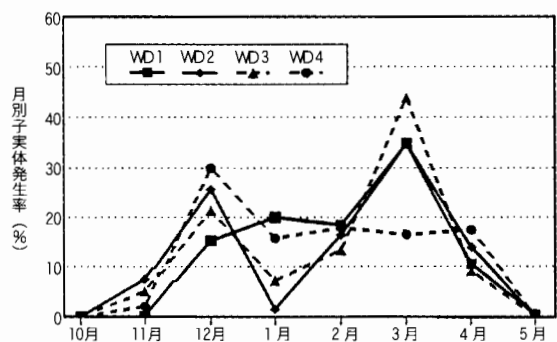
り、連続的な発生傾向であった。森121号では、A区を除いて発生パターンはほぼ同様であったが、他の品種より発生の開始が遅い傾向がみられた。全体的にみると、菌興115号を除く3品種については、同様な発生パターンを示し、発生の集中割合が高い傾向がみられた。菌興115号では、他の3品種と異なり、発生の集中割合が低く、連続的な発生傾向を示した。



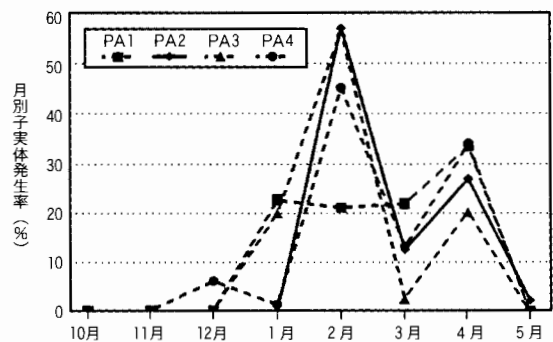
図Ⅱ.3.5 品種別子実発生率の変化(品種YA)



図Ⅱ.3.6 品種別子実発生率の変化(品種YC)



図Ⅱ.3.7 品種別子実発生率の変化(品種WD)



図Ⅱ.3.8 品種別子実発生率の変化(品種PA)

採取後乾燥した子実体について、各試験区の総発生個数に対する規格別の発生割合を規格別発生率として算出し、50mm以上および30mm未満の規格の値を表Ⅱ.3.2に示した。規格別の発生率は品種によって差がみられ、明治908および明治新908では、散水量の多いA区およびC区で子実体の形状が大きい傾向がみられた。森121号では逆に散水量の少ないB区およびD区で同様の傾向がみられた。一方、菌興115号では、散水開始時期が早いA区およびB区で同様の傾向がみられた。

以上の結果から、今回の散水处理方法では、直接的な子実体出現数の増加には結びつかず、散水处理の開始時期を再検討する必要が考えられる。また、水分供給量が多かったA区およびC区では、子実体の出現が遅れる傾向がみられたことから、子実体発生を早期化のためには散水間隔を4日に1度程度を基準として検討を行う必要があると考え

られる。

しかし、子実体発生量や発生パターンからみると、散水处理により冬期の子実体発生量は増加しており、期間全体の発生量も特にD区において多い傾向がみられた。このことは、11月から12月の水分管理によって、冬期の子実体発生量を増加させられることを示唆しているとともに、期間全体の発生量も増加させられる可能性を示している。

また、品種により発生パターンには差がみられ、大きく異なる菌興115号を除けば散水处理に対する反応は同様の傾向を示しており、同様の水分管理が可能と考えられるが、規格別の子実体発生率では、子実体発生量の傾向と一致しない点があり、さらに検討が必要と考えられる。

今後は、品種ごとの散水处理開始時期を特定するとともに、抑制処理と組み合わせた散水や冬期の保温管理による品質向上などについて検討を行う必要がある。

表Ⅱ.3.2 試験区別規格別子実体発生率

試験区 ¹⁾	ふるい50mm以上 (%)				ふるい30mm未満 (%)			
	908	新908	115	121	908	新908	115	121
A	16.7	13.9	39.1	21.9	26.8	20.0	5.8	17.1
B	13.0	8.7	36.1	27.3	31.5	33.8	8.2	16.4
C	19.8	14.1	22.4	20.0	19.8	22.0	10.4	3.3
D	16.4	5.2	25.0	30.0	22.4	28.2	3.0	10.0

1) A：最低気温5℃、日較差10℃、2日に1回3時間
 B：温度条件は1と同一、4日に1回3時間
 C：最低気温0℃3回、2日に1回3時間
 D：温度条件は1と同一、4日に1回3時間

4. 品種間差の検討

前記1および2の試験結果により、暖冬条件に対する反応については品種により差があることが明らかとなったことから、市販品種の暖冬条件に対する適応性を検討した結果について述べる。

(1) 材料および方法

供試ほだ木は、清川村産17年生のクヌギ原木を常法により長さ1mに調整し、2000年2月に種菌を接種後、当センター内の人工ほだ場で20ヶ月間育成した。種菌には、市販の木片種菌10品種を用い、品種名とその栽培特性を表Ⅱ.4.1に示した。試験は、温湿度制御が可能な発生室で行い、2001年11月上旬にほだ木を搬入し、井桁伏せで管理した。水分管理は、発生室への搬入時に24時間の散水を実施した後、2ヶ月間抑制を行った。1～4月については、週2日の散水とし、1日当たり、1回30分の散水を2回(1回目と2回目の間隔は4時間、1回当たりの散水強度は20mm/hr)行った。温度制御は、大分地方気象台(大分市)の月別平年値を基準に用いて3時間ごとのプログラム制御で行い、暖冬条件と

しては、1月の平均気温を平年値より3℃高くする設定(有馬, 1999; 有馬, 2000)とした。

試験区は管理条件により区分し、1月を暖冬条件とした暖冬区、全期間(11～4月)を平年値とした平年区、自然条件下(人工ほだ場)の対照区の3試験区とした。

1試験区当たり13本のほだ木を供試し、菌さんが7～8分に開いた時点で子実体を収穫し、発生個数と生重および乾燥重量を試験区別調査した。

表Ⅱ.4.1 供試品種と栽培特性

区分	品種名	栽培特性 ¹⁾
RB	森 ニュー121	7～18℃ 低温性 冬春型
RG	森 147号	5～17℃ 低温性 春秋型
RI	森 2X21号	7～18℃ 低温性 冬春型
WA	菌興 135号	7～15℃ 低温性 春型
WC	菌興 101号	8～16℃ 低中温性 冬春型
WE	菌興 141号	8～16℃ 低中温性 冬春型
WG	菌興 169号	8～16℃ 低中温性 冬春型
WI	菌興 170号	8～16℃ 低中温性 冬春型
YG	明治 7L-5	5～20℃ 低中温性 春秋型
YI	明治 904	5～20℃ 中低温性 春秋型

1) きのご種菌一覧(2002年版、全国食用きのご種菌協会編)による

(2) 結果および考察

子実体の乾燥重量をほだ木材積 1 m³あたりに換算した発生量と期間全体の子実体 1 個当たりの平均重量 (以下、個重とする) を算出し試験区別に表 II . 4.2 に示した。平年区を基準としてみると、暖冬区では RG, WA, WI の 3 品種の発生量が 10%以上多く、対照区では RG, WA, YG の 3 品種の発生量が 10%以上多かった。また、WE, YG, YI の 3 品種については、すべての試験区において大分県における 1 年目のほだ木からの平均的な発生量より多い発生がみられた。個重については、発生量の少なかった品種を除くと、対照区が栽培室内の試験区より重い傾向がみられた。

対照区について、1 月から 2 月の気象条件を調査した結果を図 II . 4.1 に示した。気温については、1 月上旬と 2 月中旬が平年並みであったが、全体的には気温が高く暖冬傾向であった。降水については、1 月下旬と 2 月下旬にまとまった降水がみられたが、全体的に乾燥の強い状況であった。これらのことと、暖冬区の管理条件と比較してみると、対照区については、乾燥気味の暖冬とみることができる。

以上の結果から、今回の試験設定の暖冬区のように定期的な水分供給があるような暖冬条件の場合には WE, WI などの品種が適合し、水分供給が少ない対照区のような条件の場合には品種 YG が適合すると考えられる。また、試験条件に関係なく子実体発生量の多い WE, YG, YI などの品種もみられたことから、これらの品種の導入も検討の対象と考え

られる。

個重の面では、全体的に対照区の方が重い傾向がみられたが、品種によるばらつきがあり、大差ではなかったことから、品質面での検討のために規格別の発生割合を調査し、発生量との関係の検討が必要と考えられる。

今回の試験結果は、1 年目の子実体発生量調査結果によるものであり、子実体発生量の少ない品種もみられたことから、2 年目の調査結果を待って総合的に判断する必要がある。

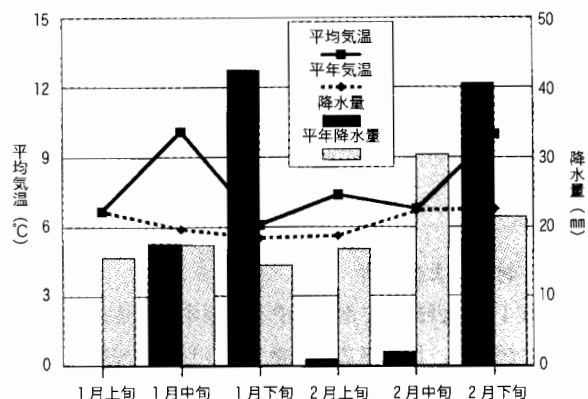


図 II . 4.1 1 月から 2 月の平均気温と降水量

表 II . 4.2 試験区別子実体発生量調査結果

品種 ²⁾	発生量 (g / m ³)			個重 (個 / g)		
	平年区 ¹⁾	暖冬区 ¹⁾	対照区 ¹⁾	平年区 ¹⁾	暖冬区 ¹⁾	対照区 ¹⁾
RB	4547	4895	4503	4.10	4.62	3.94
RG	3433	4254	5055	4.97	4.88	4.91
RI	1063	1036	759	4.36	5.37	6.02
WA	779	2522	1490	5.38	6.69	5.27
WC	7380	5130	5980	3.38	3.39	3.36
WE	9475	10080	8922	3.23	2.76	3.65
WG	1329	592	981	7.15	4.51	7.12
WI	2947	6890	3034	6.10	5.70	6.02
YG	9749	9964	11069	2.23	2.25	2.49
YI	10203	10846	10895	2.52	2.30	3.30

1) 平年区：発生室，1～4 月平年値，暖冬区：発生室，1 月平年値 + 3℃，残りの期間は平年値
対照区：人工ほだ場，自然条件

2) RB：森ニュー 1 2 1 RG：森 1 4 7 号、RI：森 2 X 2 1 WA：菌興 1 3 5 号 WC：菌興 1 0 1 号
WE：菌興 1 4 1 号 WG：菌興 1 6 9 号、WI：菌興 1 7 0 号 YG：明治 7 L - 5 YI：明治 9 0 4

Ⅲ. 中温性品種に関する検討

栽培環境の変化や暖冬現象により、近年は秋から春にかけて子実体が発生する中温性品種の種菌接種量が増加している。本章では、これら中温性品種の栽培特性と水分管理について検討を行った。

1. 水分管理技術の検討

中温性品種は、低温性品種と子実体発生のパターンが異なり、秋と春に子実体発生ピークがあり、散発的な発生をする品種である。中温性品種の水分管理技術については低温性品種と同等の水分管理で検討された事例(石井・石原, 1992; 石井・石原, 1993)があるが、本項では秋期から冬期の子実体発生のための水分管理について検討した結果を述べる。

(1) 材料および方法

<試験1> 供試ほだ木は、クヌギ原木を常法により長さ1mに調整し、1998年2月に森290号の木片種菌を接種し、当センター内の人工ほだ場で18ヶ月間育成した。1999年8月中旬に温湿度制御可能な発生室にほだ木を搬入し、井桁伏せで管理した。

試験区は、9月から11月の水分管理が異なる7試験区を設定した。A, B, Cの3試験区は、それぞれ9月, 10月, 11月に散水処理を行わない(以下、抑制とする)試験区とした。D区は9月から10月, E区は10月から11月, F区は9月から11月にそれぞれ抑制する試験区とし、G区は9月から11月の設定期間中散水処理を行う対照区とした。試験設定期間およびすべての試験区における12月から4月までの散水処理条件は共通とし、週2日、1日当たり30分の散水を2回(1回目と2回目の間隔は4時間、散水強度は20mm/hr)とした。温度条件は、9月から4月までの間、大分市の月別平均値による3時間ごとのプログラム制御とした。

1試験区当たりのほだ木供試本数は10本とし、幼子実体の確認日、菌さんが7~8部開きに生長した子実体収穫日および生重量を個体ごとに2000年4月30日まで調査した。

<試験2> 供試ほだ木は、クヌギ原木を常法により長さ1mに調整し、1999年2月に森290号の木片種菌を接種し、当センター内の人工ほだ場で18ヶ月間育成した。2000年9月上旬に当センター内のビニールハウス(以下、ハウスとする)にほだ木を搬入した。

試験区は、11月から2月までの散水条件が異なる7試験区を設定した。設定期間中の散水は月によらず一定の条件

で行い、A区は週1日2時間の連続散水、B区は週1日4時間の連続散水、C区は2週に1日2時間の連続散水、D区は2週に1日4時間の連続散水、E区は3週に1日2時間の連続散水、F区は3週に1日4時間の連続散水、G区は週2日で1日当たり30分の散水を4時間間隔で2回とした。9月から10月および3月から4月はすべての試験区で共通の散水条件とし、9月は週2日で1日当たり1時間の散水を4時間間隔で2回、10月および3~4月は週2日で1日当たり30分の散水を4時間間隔で2回とした。ハウスにおける散水の能力は、10mm/hrであった。また、ハウスは12月から出入り口などの開口部を閉鎖し、1~2月は不織布製の保湿資材(商品名:ほだ木コート)を用いて内張を行い保温処理を行った。

1試験区当たりのほだ木供試本数は15本とし、菌さんが7~8部開きに生長した時点で収穫し、試験区ごとに発生個数、生重量、乾燥重量を子実体発生終了まで調査した。また、試験期間中のハウス内の温度を1時間ごとに測定した。

<試験3> 2年目のほだ木に対する影響を検討するために上記<試験2>で使用したほだ木を供試して試験を行った。1年目の子実体発生終了後、人工ほだ場の自然条件下で4ヶ月間休養させ、2001年9月上旬にほだ木をハウスに搬入した。

試験区は、11月から2月までの期間において、散水条件を20日に1日2時間の連続散水の一条件とした。その他の管理条件および調査項目は上記<試験2>と同様とした。

(2) 結果および考察

<試験1> ほだ木樹皮上に発生した幼子実体の月別個数を試験区ごとに表Ⅲ.1.1に示した。幼子実体は、日最低温度の制御が15℃に低下した10月以降に確認された。試験設定期間中に1ヶ月の抑制を行ったA, B, Cの3試験区および対照区のG区では、9月から12月までの期間で全体の63~64%の幼子実体が発生した。1月以降はすべての試験区で幼子実体の発生数が減少した。また、抑制期間が長い試験区では、幼子実体の発生確認が遅れた。

発生し収穫された子実体の生重量を子実体収穫量として試験区ごとおよび月別に表Ⅲ.1.2に示した。月別の収穫量では2ヶ月以上抑制した試験区を除いて、11月および3月が多い傾向がみられた。10月から11月にかけて抑制が行われたE区およびF区では、12月までほとんど収穫が得られなかった。抑制期間が2ヶ月以上のD, E, F区の収穫量は、抑制期間が1ヶ月のA, B, C区と比較して少なかった。11月に抑制したC区は、1月および2月の収穫量が他の試験区より多かった。

表Ⅲ.1.1 月別試験区別幼子実体発生個数

月	温度 ³⁾ (°C)	幼子実体発生個数(個)と発生割合(%) ²⁾						
		A ¹⁾	B	C	D	E	F	G
9月	20～26	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
10月	15～21	35(15)	3(1)	37(12)	0(0)	1(1)	0(0)	11(7)
11月	10～17	81(35)	168(47)	52(17)	79(34)	2(1)	0(0)	58(39)
12月	5～12	31(13)	53(15)	101(34)	35(15)	24(15)	18(13)	27(18)
1月	3～9	27(12)	80(22)	80(27)	71(24)	62(39)	38(27)	26(18)
2月	3～10	39(17)	35(10)	19(6)	31(10)	47(29)	42(29)	18(12)
3月	5～12	11(5)	9(2)	6(2)	6(8)	19(12)	35(24)	7(5)
4月	10～17	6(3)	10(3)	7(2)	7(9)	5(3)	10(7)	2(1)
合 計		230(100)	358(100)	302(100)	229(100)	160(100)	143(100)	149(100)

- 1) A:9月抑制 B:10月抑制 C:11月抑制 D:9～10月抑制 E:10～11月抑制
 F:9～11月抑制 G:抑制なし(対照区)
 2) 括弧内は試験区ごとの月別発生割合(%)=月別発生数/合計発生個数×100
 3) 温度は月別の制御温度範囲

表Ⅲ.1.2 試験区別子実体収穫量

月	子実体収穫量(g)および収穫率(%) ²⁾						
	A ¹⁾	B	C	D	E	F	G
9月	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
10月	602(11)	95(1)	495(10)	0(0)	49(2)	0(0)	328(8)
11月	1956(37)	2235(34)	1002(20)	430(10)	0(0)	0(0)	1560(39)
12月	184(3)	901(14)	2(0)	1165(27)	39(1)	0(0)	79(2)
1月	77(2)	90(1)	1028(20)	130(3)	222(6)	310(7)	78(2)
2月	268(5)	954(14)	1423(28)	615(15)	951(26)	1193(25)	287(7)
3月	1621(31)	2031(31)	931(18)	1751(41)	1670(46)	1902(40)	1317(33)
4月	590(11)	347(5)	186(4)	177(4)	689(19)	1345(28)	368(9)
合計	5928(100)	6653(100)	5067(100)	4268(100)	3630(100)	4750(100)	4017(100)

- 1) A:9月抑制 B:10月抑制 C:11月抑制 D:9～10月抑制 E:10～11月抑制
 F:9～11月抑制 G:抑制なし(対照区)
 2) 括弧内は試験区ごとの月別収穫率(%)=月別収穫重量/合計発生重量×100

発生した幼子実態が収穫可能な子実体に生長する割合を子実体成熟率として試験区ごとに表Ⅲ.1.3に示した。月別の成熟率では、E区の11月を除いて10月および11月の成熟率が高く、1月および2月が低かった。また、抑制をした

翌月の成熟率が下がる傾向がみられ、E区の11月で減少幅が大きかった。試験区全体では、2ヶ月以上抑制を行ったD、E、F区の成熟率が他の試験区より低い傾向がみられた。

幼子実体の発生が確認されてから収穫されるまでに要した日数および個重を幼子実体を確認された月ごとに試験区別に表Ⅲ.1.4に示した。全体的にみると10月は4～6日、11月は10～12日で収穫可能な子実体に生長した。また、1月から3月では30日以上の日数が必要であり、収穫量の多かった3月ではE区およびF区を除いて50日以上を要した。個重は12月まで収穫のなかったF区が最も重く、11月に抑制したC区が最も軽かった。

以上の結果から、中温性品種については9月から11月の秋期の水分管理が幼子実体の発生時期および数量に影響

し、子実体の月別収穫割合に差異をもたらすことが明らかとなった。1ヶ月の抑制であれば子実体収穫量が増加し、11月に抑制を行った場合には冬期の子実体収穫割合が増加したことから、水分管理により子実体の発生時期を管理できる可能性が示された。また、2ヶ月以上の抑制は子実体収穫量の減少の原因となることが明らかとなった。温度の低下にともない幼子実体の発生が開始され、冬期の子実体収穫量が減少する傾向がみられたことから、今後は、温度条件との関係を含めて水分管理方法の検討を行う必要がある。

表Ⅲ.1.3 試験区別の子実体成熟率

試験区 ¹⁾	子実体成熟率 (%) ²⁾								
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	全体 ³⁾
A	—	91	94	77	85	82	73	50	88
B	—	100	95	77	78	77	78	80	86
C	—	95	98	92	81	63	83	86	88
D	—	—	90	77	77	61	67	100	80
E	—	100	50	67	74	72	74	100	73
F	—	—	—	89	79	81	89	80	83
G	—	100	97	89	69	83	86	100	89

- 1) A：9月抑制 B：10月抑制 C：11月抑制 D：9～10月抑制 E：10～11月抑制
 F：9～11月抑制 G：抑制なし（対照区）
 2) 子実体成熟率（%）＝各月に確認された幼子実体が収穫された個数／各月の幼子実体確認数×100
 3) 全体（%）＝収穫された子実体の総個数／確認された幼子実体の総個数×100

表Ⅲ.1.4 試験区別の子実体収穫までに要した日数および個重

月	子実体収穫までに要した日数（日）および個重（g）						
	A ¹⁾	B	C	D	E	F	G
9月	— ²⁾	—	—	—	—	—	—
10月	6(35) ³⁾	4(32)	6(26)	—	5(49)	—	6(41)
11月	12(25)	12(25)	10(18)	11(48)	—	—	11(28)
12月	20(31)	19(15)	32(2)	19(22)	21(39)	—	19(16)
1月	36(13)	45(18)	32(31)	39(13)	33(32)	31(62)	32(19)
2月	58(27)	45(28)	41(14)	44(22)	34(31)	35(17)	51(6)
3月	55(26)	54(24)	53(19)	61(27)	38(25)	30(35)	58(36)
4月	45(35)	50(29)	14(27)	52(25)	32(34)	18(52)	51(28)
合計	32.2(27)	31.8(23)	32.2(19)	41.2(25)	35.4(28)	30.2(31)	36.3(23)

- 1) A：9月抑制 B：10月抑制 C：11月抑制 D：9～10月抑制 E：10～11月抑制
 F：9～11月抑制 G：抑制なし（対照区）
 2) 子実体収穫なし
 3) 括弧内は個重

＜試験2＞ 子実体の乾燥重量をほだ木材積1㎡当りに換算した発生量、個重および期間全体の発生量に対する12月から2月までの発生量を冬期発生率として試験区別に表Ⅲ.1.5に示し、試験期間中の散水の量および回数あわせて示した。期間全体の子実体発生量では、E区およびF区がG区や対照区と比較して多い傾向がみられた。また、散水時間と散水間隔では、散水間隔が長くなるほど発生量が多くなる傾向がみられたが、散水時間については差はみられなかった。個重は、ハウス内で散水処理を行った試験区が対照区と比較して低かった。冬期発生率は、散水処理を行った試験区が対照区より高い傾向がみられ、3週間に1度の散水処理を行ったE区およびF区の割合が他の試験区より高かった。

保温処理を行ったハウス内の温度測定結果を表Ⅲ.1.6に示した。11月から2月のハウス内温度は、対照区である

表Ⅲ.1.6 温度測定結果

		12月	1月	2月
平均気温(°C)	百葉箱	6.6	3.9	5.6
	ハウス	8.1	5.5	7.5
最高気温月平均(°C)	百葉箱	12.8	9.1	11.3
	ハウス	18.5	15.3	17.3
月極値(°C)	百葉箱	19.2	14.0	23.0
	ハウス	25.4	21.3	25.0
最低気温月平均(°C)	百葉箱	1.7	-0.6	0.5
	ハウス	2.8	0.8	1.9
月極値(°C)	百葉箱	-3.8	-6.2	-4.4
	ハウス	1.6	-3.3	-2.2
5°C以下の日数(日)	百葉箱	9	21	13
	ハウス	2	10	3

百葉箱と比較して月平均気温で1.5~1.9°C上昇していた。また、平均気温5°C以下の日数も百葉箱の1/4から1/2の日数であった。しかし、ハウスでは最高気温が25°Cを超える日が12月および2月で観測された。

以上の結果から、中温性品種の水分管理については、間隔をあけた2時間程度の散水および保温処理により期間全体の発生量を減少させることなく冬期の子実体発生を促すことの可能性がみいだされた。今後は、2年ほだ木に対する影響および異なる品種を用いた場合の検討とともに、抑制処理との関係および品質面での検討を行う必要がある。

保温処理については、ハウス内部に1枚内張を追加する簡易な方法で対応可能な結果が得られたことから、生産現場での適応が可能と考えられる。しかし、天候によってはハウス内の温度が25°Cを超えることが確認されたので、出入口の開放などの操作が必要となると考えられる。

＜試験3＞ 子実体の乾燥重量をほだ木材積1㎡当りに換算した発生量および12月から2月までの冬期発生率を試験区別に表Ⅲ.1.8に示した。発生量では、1年目と2年目の間に負の相関がみられ、相関係数 $r = -0.798$ となり、相関係数および回帰係数に5%以下の危険率で有意差が認められた。しかし、1年目と2年目の発生量を用いて、試験区間の発生量について二元配置分散分析を行ったが、試験区間の発生量に有意差は認められなかった。また、2年目の発生量では、対照区と比較して水分管理区が少ない傾向がみられたが、冬期発生率は水分管理区の方が高い傾向がみられた。

表Ⅲ.1.5 試験区別の子実体収穫までに要した日数および個重

	A区 ¹⁾	B区	C区	D区	E区	F区	G区	対照区 ²⁾
発生量(g/%)	9403	10016	10879	9403	12043	11969	11406	11448
個重(g)	2.6	2.6	2.5	2.5	2.9	3.0	2.8	3.5
冬期発生率(%) ³⁾	51.8	40.5	51.8	53.8	59.0	57.2	50.9	47.6
散水回数(回) ⁴⁾	16	16	8	8	6	6	34	11
散水量(mm)	320	640	160	320	120	240	340	289.5 ⁵⁾

- 1) A区：週1回2時間の連続散水 B区：週1回4時間の連続散水
- C区：2週に1回2時間の連続散水 D区：2週に1回4時間の連続散水
- E区：3週に1回2時間の連続散水 F区：3週に1回4時間の連続散水
- G区：週2回30分の散水を2回の散水対照区 対照区：人工ほだ場自然条件下
- 2) 対照区は、人工ほだ場の自然条件下における試験区からの発生量
- 3) 発生率は、全期間の発生量に対する12月~2月までの発生量の割合
- 4) 散水回数は、11月~2月までの散水回数。対照区は、同一期間の日降水量10mm以上の日数、全降水口数は36日
- 5) 対照区の散水量は、当センター内の降水量観測値

表Ⅲ.1.8 2年目ほだ木の子実体発生量調査結果

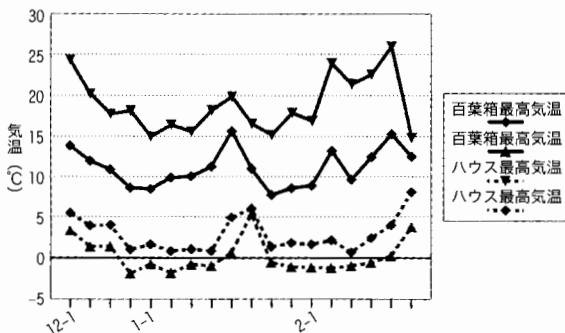
区分	発生量 (g/ m ²)			冬期発生率 (%) ¹⁾		
	2年目	1年目	合計	2年目	1年目	全体 ³⁾
A区	8499	9243	17742	46.37	51.79	49.19
B区	9485	10016	19501	58.29	40.43	49.12
C区	7555	10879	18434	79.26	51.84	63.08
D区	7796	9403	17199	84.58	53.74	67.72
E区	6002	12039	18041	82.99	58.99	66.98
F区	6744	11969	18713	68.73	57.11	61.30
G区	7096	11406	18502	56.07	50.80	52.82
対照区 ²⁾	11430	11696	23126	51.23	46.55	48.86

1) 冬期発生率 (%) = 各試験区の冬期 (12~1月) の発生量 / 各試験区の期間の総発生量 × 100

2) A~G区は<試験2>のA~G区に対応, 対照区は人工ほだ場における自然条件下の試験区

3) 全体は1年目と2年目の合計値に対する割合

ハウス内の温度調査は2001年12月から2002年2月まで行い、半旬ごとの平均値を百葉箱内の測定値とあわせて図Ⅲ.1.1に示した。ハウス内における月平均気温は12月が7.6℃, 1月が7.2℃, 2月が9.1℃であり、百葉箱では12月が5.1℃, 1月が5.2℃, 2月が5.5℃であった。また、2月下旬のハウスでは、密閉と内張のために最高温度が30℃を超えた日がみられた。



図Ⅲ.1.1 最高気温と最低気温の半旬別平均値

以上のことから、1年目の子実体発生量が2年目の子実体発生量に与える影響については明らかにできなかったが、2年目の発生量は2年間の合計発生量が一定となるような傾向がみられた。また、2年目の発生量について対照区の発生量調査結果と比較すると水分管理区の子実体発生量が対照区より低く、2年目の水分管理については再度検討を行う必要があると考えられる。

ビニールハウスの温度管理については、<試験2>と同様の結果が得られ、内張の追加により冬期子実体発生のための温度の確保が可能であることが確認されたと考えられ、生産現場への適用が可能と考えられる。しかし、天候にもよるが屋外の最高気温が15℃程度になるとハウス内では25℃を超える場合があり、品種により違いはあるが、通

常、中温性品種であっても最高気温が25℃を超えれば子実体の発生に影響がでることが考えられ、扉の開放などの管理が必要と考えられる。

(3) まとめ

中温性品種の水分管理については、秋期から冬期にかけての期間における2ヶ月以上にわたる抑制は子実体発生に負の影響を与え、抑制の時期によっては発生のパターンに影響を与えることができることが明らかになった。また、子実体の発生が低下する1月から2月にかけては、ビニールハウスにおいて保温管理を行うことにより子実体の冬期発生が可能となることが明らかになった。しかし、2年ほだ木に対する水分管理については、さらに検討が必要と考えられる。また、品質の面からの検討もなされていないことから、今後検討を行う必要がある。

2. 品種間差の検討

中温性品種についても低温性品種と同様に品種により水分条件や温度条件に対する反応が異なることが推定される。本項では、中温性品種の冬期発生に対する品種間差について検討した結果を述べる。

(1) 材料および方法

供試ほだ木は、清川村産17年生のクヌギ原木を常法により長さ1mに調整し、2000年2月に種菌を接種後、当センター内の人工ほだ場で18ヶ月間育成したものを供試した。種菌は、市販中温性品種の木片種菌を用い、供試品種と栽培特性を表Ⅲ.2.1に示した。2001年9月上旬に当センター内のハウスにほだ木を搬入した。

試験区は、11月から2月までの期間の散水方法により区分し、10日間隔で2時間の連続散水を行う10日区、20日間

の間隔で2時間の連続散水を行う20日区の2試験区とした。9月から10月および3月から4月はすべての試験区で共通の散水条件とし、9月は週2日で1日当たり1時間の散水を4時間間隔で2回、10月および3～4月は週2日で1日当たり30分の散水を4時間間隔で2回とした。ハウスにおける散水の能力は、10mm/hrであった。また、ハウスは12月から出入り口などの開口部を閉鎖し、1～2月は不織布製の保湿資材(商品名:ほだ木コート)を用いて内張を行い保温処理を行った。

1試験区当たりのほだ木供試本数は20本とし、菌さんが7～8部開きに生長した時点で収穫し、試験区ごとに発生個数、生重量、乾燥重量を子実体発生終了まで調査した。

表Ⅲ.2.1 供試品種の栽培特性

区分	品種名	栽培特性 ¹⁾
RC	森 290号	7～20℃ 中低温性 春秋型
RD	森 ゆう次郎	7～20℃ 中低温性 春秋型
YF	明治 4M-10	5～20℃ 中温性 春秋型
YH	明治 90-5	5～20℃ 中低温性 春秋型
PB	セッコー 2号	7～20℃ 中低温性 春秋型

1) きのこ種菌一覽(2002年版、全国食用きのこ種菌協会編)による

(2) 結果および考察

子実体の乾燥重量をほだ木材積1m³に換算した発生量と冬期発生率を算出し試験区別に表Ⅲ.2.2に示した。品種PBを除いて1年目の発生量としては多く発生しており、品種RCは10日区の発生が多く、品種RDおよび品種YHは20日区の発生が多かった。また、品種YFは試験区間で差がみられなかった。冬期発生率については、全体的に10日区の発生率が高かった。

以上の結果から、水分管理に対する反応は、品種により異なっているが、子実体発生量は増加しているとみられ、冬期発生率も高くなる傾向があり、水分管理の有効性は明

表Ⅲ.2.2 品種別の子実体発生量調査結果

品種	発生量 (g/m ³)			冬期発生率 (%) ¹⁾		
	10日区	20日区	対照区 ²⁾	10日区	20日区	対照区 ²⁾
RC	14911	11940	8826	55.13	48.69	49.62
RD	12795	14090		61.94	49.96	
YF	9842	9882		51.53	57.42	
YH	12938	14050		66.76	63.50	
PB	6409	4161		64.07	26.82	

1) 冬期発生率 (%) = 各試験区の冬期(12～2月)の発生量 / 各試験区の期間の総発生量 × 100

2) 10日区: 10日に1回2時間散水, 20日区: 20日に1回2時間散水
対照区: 人工ほだ場における自然条件下の試験区

らかと考えられる。品種RCについて前記Ⅲ.1の<試験2>の1年目の発生量と比較すると、20日区の発生量はほぼ同等であったが10日区の発生量が多くなっており、水分管理の最適値を検討するためには温度条件との関係の分析などさらに詳細な検討が必要と考えられる。また、一部品種を除いて発生量が多く、今後は品質の面からの検討を行う必要があると考える。

なお、この結果については、1年目の調査結果であり、発生量の少なかった品種もみられたことから、2年目の結果とあわせて検討を行う必要がある。

Ⅳ. 菌床栽培による子実体発生の検討

原木栽培試験では、ほだ木育成期間が長期になり、気温および降水量など気象条件に加え原木の個体差による影響(石井ら, 1985; 石井ら, 1989)などが考えられる。シイタケ原基形成の温度条件などを検討するためには、外的要因を制御した菌床栽培試験が効率的である。本章では、低温性品種を用いて菌床栽培を行い、子実体原基形成と子実体発生について検討した結果を述べる。

1. 材料および方法

供試品種は、市販低温性品種の明治908および明治7L-5の木片種菌から分離した保存菌株を用いた。培地は、広葉樹(シイ・カシ)のチップおよびオガクズを基質とし、栄養体として米ヌカおよびフスマを用いた。それぞれを容積比で7:3:0.5:1の割合で混合後加水し、含水率65%に調製後耐熱性の培養袋に850g充填して高圧殺菌を行った。放冷後、あらかじめ培養しておいたオガクズ種菌を培地1個当たり5g接種した。

試験区は、培養条件と発生処理条件により区分し、1試験区当たり6菌床を供試した。培養条件は、全期間21℃の定温で培養した定温区、前期28日間を15℃とし後期を21℃とした変温区の2条件とし、培養日数は75日(後期47日)および158日(後期130日)とした。発生処理条件は所定の培養日数が経過後培養袋を開封し、5℃の低温処理を24時間および72時間行う2条件とした。

発生処理時と発生処理後3日目、7日目に1菌床を各試験区から抽出し、子実体原基(以下、原基とする)形成数を調査した。原基の形成数は、菌床を表面から分解し、球形で充実しているものを原基として計数した。残存の3菌床については、低温処理後、温度を3月の平年値(大分市の月別平年値の3時間ごとのプログラム制御)、湿度80%RHの室内で管理し、子実体発生量調査を行った。

2. 結果および考察

調査結果を供試品種ごとにとりまとめ、明治908の結果を表IV.1に示し、明治7L-5の結果を表IV.2に示した。明治908の場合、培養日数75日では、低温処理時に原基がみられ、処理後3日目には原基数が増加していたが7日目には減少した。また、低温処理時の原基数には大差はなかったが、処理後の増加量は定温培養より変温培養が多く、処理時間では72時間の処理が24時間より原基数が多かった。一方、培養日数158日では、低温処理前後で原基形成がほとんどみられなかった。さらに、子実体の発生は培養日数にかかわらずみられなかった。

明治7L-5の場合、培養日数75日では、低温処理時に原基がみられ変温培養の試験区で多かったが、処理後は減少していた。また、低温処理時間による原基数の差は明治908の場合より少なかった。子実体は低温処理後58日目に少数発生した。培養日数158日では、低温処理時および処理後3日目の原基数に大きな変化はなく、7日目に原基

数の増加がみられ、7日目の原基数と同程度の子実体発生がみられた。

子実体発生についてみると、変温培養で24時間処理区の発生量が他の試験区より多い傾向にあった。低温処理から1回目の子実体採取までの日数は、変温培養の72時間処理区を除いて24日前後であったが、低温処理72時間の試験区の方が長くなる傾向がみられた。これらのことについて、子実体発生個数および発生量(生重量)の菌床1個ごとの結果を用いて、培養条件と低温処理時間を要因として二元配置分散分析を行った。個数については、各要因および交互作用ともに有意差は認められなかった。生重量については、主要因である培養条件および低温処理日数については有意差は認められなかったものの、処理時間24時間の試験区の方が72時間の処理区より発生量が多い傾向がみられた。また、交互作用要因に5%以下の危険率で有意差が認められ、変温培養の24時間処理区の子実体発生量が他の試験区より多いと認められた。

表IV.1 明治908の試験区別子実体原基形成数と子実体発生量

培養日数	処理時間	区分	原基形成数(個)			子実体発生量 ¹⁾			収穫日数 ³⁾
			処理前	3日目	7日目	個数	重量(g)	収率(%) ²⁾	
75日	24	定温	14	16	3	0.0	0.0	—	— ⁴⁾
		変温	10	21	9	0.0	0.0	—	—
	72	定温	14	25	2	0.0	0.0	—	—
		変温	10	58	11	0.0	0.0	—	—
158日	24	定温	2	0	0	0.0	0.0	—	—
		変温	0	1	0	0.0	0.0	—	—
	72	定温	2	6	0	0.0	0.0	—	—
		変温	0	0	1	0.0	0.0	—	—

1) 子実体発生量については、個数、重量、収率ともに3菌床の平均値

2) 収率(%) = 収穫子実体の生重量の合計 / 培地詰め重量 × 100

3) 収穫日数は、温度処理日から最初の収穫までの日数

4) 収穫なし

表IV.2 明治7L-5の試験区別子実体原基形成数と子実体発生量

培養日数	処理時間	区分	原基形成数(個)			子実体発生量 ¹⁾			収穫日数 ³⁾
			処理前	3日目	7日目	個数	重量(g)	収率(%) ²⁾	
75日	24	定温	29	34	23	0.3	6.3	0.7	58.0
		変温	57	59	14	0.3	8.0	0.9	58.0
	72	定温	29	26	7	0.7	7.9	0.9	58.0
		変温	57	64	7	0.3	10.3	1.2	58.0
158日	24	定温	0	0	0	22.0	250.2	29.4	24.0
		変温	0	0	0	26.0	331.2	39.0	23.7
	72	定温	0	5	0	25.7	270.7	31.8	24.3
		変温	0	2	1	15.0	207.4	24.4	27.7

1) 子実体発生量については、個数、重量、収率ともに3菌床の平均値

2) 収率(%) = 収穫子実体の生重量の合計 / 培地詰め重量 × 100

3) 収穫日数は、温度処理日から最初の収穫までの日数

以上の結果から、原基形成数については、培養期間が短い方が形成数が多く、温度条件の影響をみるためには適していると考えられた。しかし、低温処理後の時間経過ともなつて原基数が減少したことおよび原基形成と子実体発生傾向が一致してないことなどから、培養期間中に形成される原基と子実体形成にいたる原基では差異があることも考えられ、培養条件や処理条件などの影響をさらに検討する必要が考えられる。また、培養期間中に原基形成が認められたことから、温度条件以外の栄養条件などの要因の影響が考えられ、低温性品種の子実体原基は原木生シイタケ栽培用の高温性品種の場合(石井, 1993; 石井ら, 1994)と同様に、一定の条件があれば随時形成することが推定される。

市販されている低温性品種においても、菌床栽培で子実体形成をすることが認められた。このための培養条件としては変温培養が適しており、温度刺激は5℃で24時間程度処理することで可能である。

しかし、培養日数が長い場合には、低温処理前の原基形成がみられず、処理後7日目に確認された原基数とほぼ同数の子実体が収穫されていることから、低温処理により子実体に生長可能な原基が形成されたとみられる。従つて、培養期間の長期化によって菌床の内部状態が変化したことが子実体形成を可能にしたと考えられる。このことから原基形成と子実体生長の関係については、菌床の状態の変化を詳細に調査する必要があると考えられる。

このように、低温性品種の菌床での原基形成と子実体発生については、菌床の状態変化を生理学的に把握する必要があるとともに子実体発生やし易さなど品種に依存する特性の影響が考えられ、さらに詳細な検討が必要と考えられることから、別途検討を行う必要がある。

V. まとめ

大分県における乾シイタケ栽培は、気象条件を生かして行われてきたが、近年の異常気象、特に暖冬は品質の低下や生産量の減少を引き起こし、生産意欲の減退の一因となっている。本報告では、暖冬の影響を明らかにするとともに、既存の技術の中での対応策および新規の栽培技術による対応策について検討を行ってきた。

暖冬による乾シイタケの発生不良は、冬期の温度上昇とともに①子実体の発生開始が早まり、②発生する幼子実体(原基)数の減少、③子実体発生の分散化が生じ発生期間が長期化する、これに春期の温度上昇が加わり、④子実体収穫のピークが1回で終了し、⑤子実体発生が春期の早い時期に終了することによって引き起こされると推定され

た。

また、地球規模の気候の温暖化にともない、暖冬現象が定着する可能性が高いことが考えられることから、子実体発生早期化現象を利用した栽培体系を構築していく必要がある。これまでの研究で、冬期の散水により子実体発生を早期化し、子実体発生量を確保する可能性は見いだされたが、ホダ木齢ごとの管理技術などについてさらに検討を行い、普遍化した技術として構築を行っていききたい。

一方、現行の栽培体系の中での対応を考えると、暖冬現象が発生した場合に散水を行うことによって、影響を緩和できる可能性は見いだされたが、さらに条件などについて検討を行う必要がある。

また、暖冬条件下でも対応可能な品種の検索を実施しており、1年目の発生量調査の結果ではあるが、暖冬の影響を受けにくい品種がみられた。これらのことについては、今後2年目以降の調査研究などを行い明らかにしていきたい。

さらに、近年では秋から春にかけて散発的に発生する中温性品種が導入されている。この品種は、発生する温度帯が低温性品種と比較して高いことから、暖冬条件下における栽培に適合していることが考えられる。

しかし、その発生温度帯が高いことから冬期に発生が停止する場合があります。冬期の子実体発生と品質向上のための管理技術および適合する品種の検索を行ってきた。この結果、散水および保温処理により冬期の子実体発生率を向上させることの可能性は明らかとなったが、2年目以降の水分管理についてはさらに検討が必要である。

品種の検索については、低温性品種の場合と同様に1年目の発生であり2年目以降の発生量調査の結果をもとに判断したい。

以上、3年間の試験結果のとりまとめを行ったが、今後は、さらに検討を行い、暖冬下における栽培技術体系の構築を図っていききたい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、終始懇切なご指導を賜った大分県きのこ研究指導センター研究部長松尾芳徳氏に深甚なる謝意を表す。また、本報告の調査補助および資料整理・とりまとめにご協力いただいた後藤末広、甲斐和恵、太田光恵の各氏に感謝する。さらに、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各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- (1) 有馬忍 (2000), 春期のシイタケ子実体形成に及ぼす温度の影響, 日林九支研論, 53, 169-170
- (2) 有馬忍 (1999), シイタケほだ木の育成段階における水分条件の影響, 大分きのこ研報, 1, 1-28
- (3) 石井秀之ら (1994), 原木栽培シイタケの原基形成についてII (高温性品種の子実体発生操作過程), 日林九支研論, 47, 287-288
- (4) 石井秀之 (1993), 原木栽培シイタケの原基形成について (高温性品種の菌糸蔓延過程), 日林九支研論, 46, 263-264
- (5) 石井秀之・石原宏基 (1993), 子実体発生におよぼす効果的水分管理技術の開発(V), 大分きのこ研年報, 5, 12-13
- (6) 石井秀之・石原宏基 (1992), 子実体発生におよぼす効果的水分管理技術の開発(IV), 大分きのこ研年報, 4, 11-12
- (7) 石井秀之ら (1989), シイタケの子実体発生量に関する研究, 日林九支研論, 42, 305-306
- (8) 石井秀之ら (1985), 伏せ込み環境がシイタケ子実体発生量に与える影響について, 日林九支研論, 38, 253-254
- (9) 気象庁 (1991), 日本気候表
- (10) 小松光雄・時本景亮 (1982), ほだ木上におけるシイタケの子実体原基形成におよぼす温度および水分の影響, 菌叢研報, 20, 104-112
- (11) 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, 研究菌叢研報, 29, 70-128
- (12) 大平郁男ら (1982), シイタケ子実体発生および形態におよぼす温度の影響, 菌叢研報, 20, 123-139
- (13) 時本景亮・小松光雄 (1982), シイタケの菌糸生長および子実体原基形成におよぼす温度の影響, 日菌報, 23, 385-390
- (14) 全国食用きのこ種菌協会 (2002), きのこ種菌一覧 (2002年版), pp31, 全国食用きのこ種菌協会, 東京

編集委員会

委員長：松尾芳徳

委員：松尾芳徳，児玉唯光，石井秀之，野上友美

大分県きのご研究指導センター研究報告 第3号

2003年3月31日 発行

発行 大分県きのご研究指導センター

〒870-7111 大分県大野郡三重町赤嶺2369

T E L 0974-22-4236

F A X 0974-22-6850

印刷 いづみ印刷株式会社大分支店

〒870-0941 大分県大分市大字下郡字丁畑3119-1

T E L 097-569-3741

F A X 097-569-3141