

クリタケ菌床栽培の実用化促進技術の開発

増野和彦・細川奈美*・丸田弥生子*・高木 茂**・古川 仁・鈴木良一

空調施設栽培によるクリタケ菌床栽培の実用化を促進するため、培養後期の青色LED照射及び発生処理時の培地被覆による子実体発生促進効果を検討した。その結果、菌株による差はあったが、子実体収穫所要日数の短縮効果、増収効果を認めることができた。

キーワード：クリタケ、菌床栽培、青色LED、培地被覆、子実体発生促進

1 緒言

クリタケは、里山の代表的なきのこの一つであり、多くの人々に親しまれている。一方、クリタケは原木栽培が行われているが、秋期の短期間に発生が集中するため、流通の時期及び地域が限定的となり、大きく需要が拡大していない。このきのこを重要な特産品とするためには、一年を通して栽培できる菌床栽培技術の確立が必要である。

そこで、クリタケ菌床栽培技術の確立に向け、これまで林業総合センターにおいて菌床栽培適性を有する品種の選抜と栽培技術の開発に成功した^{1) 2) 3)}。さらに、施設の建設費や維持管理費が少ない簡易施設を用いた粗放的なクリタケ菌床栽培方法での採算性を確認した⁴⁾。

また、一般社団法人長野県農村工業研究所(以下、農工研)と共同して、長野県内において普及している空調施設方式でのクリタケ菌床栽培の実用化に取り組んだ。両機関の技術を持ち寄り、野生株の収集と選抜、培地組成の改良、培養管理法の改良を図り、一定の栽培期間の短縮化と収量性の向上を実現した^{5) 6) 7) 8)}。

今回も引き続き、栽培期間の短縮化と収量性の向上に取り組み、発光ダイオード(以下、LED)等の光利用、培地被覆による子実体発生促進効果について検討した。

空調施設を利用したクリタケ菌床栽培の実用化のためには、採算性から、少なくとも培養期間を90日間以内、発生処理から子実体が形成されるまでの収穫所要日数を25日間以内に短縮して、施設の回転率を確保する必要がある。そこで、現在のところ、培養期間120日間程度、収穫所要日数40日間程度を要するクリタケ菌床栽培の期間短縮のため、LED照射による短縮効果、培地

被覆による子実体発生促進効果を栽培試験により検討した。

なお、本研究は平成22年度～平成24年度に農工研からの受託研究として実施した。

2 培養後期の青色LED照射による栽培期間短縮効果の検討

2.1 試験の目的

LED照明は、消費電力が少なく寿命が長いいため、省エネルギー型の照明として普及が進んでいる。また一方で、きのこには、青色の光に対する受容体が存在することが分かっている^{9) 10)}。そこで青色LEDを培養中に照射することによって、速やかな子実体発生と増収効果が得られるか検討した。

2.2 試験の方法

栽培試験の条件を表-1に、青色LEDの照射条件を図-1に示した。なお、照射に用いた照明機器は以下のとおりである。LED：青色LED(ピーク波長450nm)パナソニック(株)ライティング社製2台、対照用蛍光灯：パナソニック白色蛍光灯「クール」10W1台。なお、本研究における試験では、全て同一の機種を用いた。

菌類であるきのこ類は、光合成を行わず、菌糸体の伸長に光を必要としない。そのため、きのこ栽培技術としても菌糸体の培養には光を用いず、培養室では、ほぼ暗培養が行われてきた。一方、子実体を発生させるためには、光の存在は必須であり、発生室では蛍光灯等の照明を用いて発生管理されている。

そこで、子実体発生に必要な培地の成熟がほぼ完了した培養後期に光を一定期間照射することで、子実体発生の準備を培養中に促進し、発生処理後の速やかな子実体形成を導く可能性があ

ると考え、培養後期の青色 LED 利用を検討した。

ただし、培養中の照射期間が長期にわたると暗培養に対して照明経費を要するため、必要最低限の1～2週間程度の照射による効果を検討した。

2.3 試験の結果と考察

結果を表-2 に示した。

菌株によって、結果が分かれた。菌株 No. 1538 は、培養後期に7日間青色 LED 照射区が最も収量が多く、発生処理後の収穫所要日数が短かった。菌株 No. 2107, 菌株 No. 2421 では、照射による収量増や収穫所要日数の短縮効果みられな

った。

3 菌株中 1 菌株のみであったが、対照とした暗培養区に対して、青色 LED の照射区において、収量の増加と収穫所要日数の短縮効果が見られた。したがって、クリタケ菌床栽培における子実体発生促進法として、培養後期の青色 LED 照射の有効性が示唆された。

しかしながら、青色 LED の照射期間が7日間及び14日間と短かったため、菌株による感受性の差が、結果の菌株間差として現れた可能性もある。したがって、照射効果の確実な検討のためには、さらに長期間の照射が必要と考えられた。

表-1 クリタケの栽培試験条件

項目	内容
供試菌株	No. 1538, No. 2107, No. 2421
培地組成	ブナオガコ：ホミニフィード：マメカワ=10：1：1（容積比）、含水率65%
栽培容器	600g詰めポリプロピレン製袋
培養条件	温度20℃
LED照射条件	パナソニック社製青色LEDを20cm上から培地に照射
発生条件	発生処理（袋上面切開）後、発生室（14℃定温）、湿度90%以上、白色蛍光灯照射
供試数	1 試験区10袋

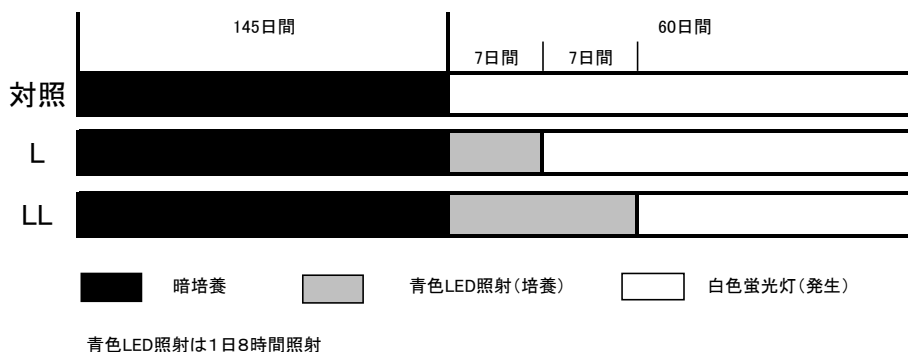


図-1 光照射条件

表-2 クリタケ菌床栽培試験結果

区分	培養期間	培養・処理法	平均個数 (個/培地)	平均収量 (g/培地)	発生培地/供試培地	収穫所要日数
1538	145	暗培養 (対照)	7.9	30.7	8/10	35
2107	145	暗培養 (対照)	18.6	50.1	10/10	37
2421	145	暗培養 (対照)	43.6	75.9	10/10	29
1538L	152	7日間青色LED照射	15.9	62.6	9/10	30
2107L	152	7日間青色LED照射	22.4	55.1	10/10	35
2421L	152	7日間青色LED照射	33.6	73.8	10/10	30
1538LL	159	14日間青色LED照射	1.8	9.3	2/10	38
2107LL	159	14日間青色LED照射	3.8	14.1	2/10	37
2421LL	159	14日間青色LED照射	25.4	60.7	9/10	35

3 培養後期の青色 LED 照射と発生時の変温管理の組合せによる栽培期間短縮効果の検討

3.1 試験の目的

2「培養後期の青色 LED 照射による栽培期間短縮効果の検討」と同様に栽培期間の短縮を図るため、これまでに一定の収穫所要日数の短縮効果が確認されている発生時の変温管理⁸⁾と培養後期の青色 LED 照射を組み合わせで検討した。

3.2 試験の方法

試験区の設定及び栽培試験の条件は図-2, 3 及び表-3 に示した。

3 か月間暗培養した後、培養後期の 1 か月間、青色 LED を培地に照射した。この光刺激と変温管理の相乗効果で、子実体の発生が促進され栽培期間の短縮効果が得られることを期待し、栽培試験を実施した。2「培養後期の青色 LED 照射による栽培期間短縮効果の検討」では、青色 LED の照射期間を 7 日間ないし 14 日間としたが、照射効果を明確に検討するため、1 か月間の長期間とした。

3.3 試験の結果と考察

栽培試験の結果を表-4 及び写真-1 に示した。

同一菌株で、変温管理区、定温管理区それぞれについて、LED 照射の有無により、収穫所要日数を比較すると No. 1538 の定温管理において LED 照射区が無照射区より収穫所要日数が長かったが、それ以外では、いずれも LED 照射区が無照射区より短くなった。収量についても同様に比較すると、合わせて 6 つの組合せ (3 系統×2 条件)

のうち、4 つの組合せで、LED 照射区で多くなった。したがって、培養後期の 1 か月間の青色 LED 照射による収穫所要日数の短縮及び増収の効果が示唆された。

同様に同一菌株で、LED 照射区と無照射区それぞれについて変温管理区と定温管理区を比較し、変温管理の効果についてみると、変温管理区が定温管理区に対して、6 つの組合せのうち 5 つの組合せで、収穫所要日数が短縮していた。したがって、変温管理による短縮効果も示唆された。収量についても同様に比較すると合わせて 6 つの組合せのうち、5 つの組合せで、変温管理区が多くなった。したがって、発生時の変温管理による収穫所要日数の短縮及び増収効果が示唆された。

LED 照射変温管理区と、従来法である無照射定温管理区と比較すると、No. 1538 で 4 日間、No. 2107 で 9 日間、No. 2421 で 4 日間、それぞれ収穫所要日数が短くなった。また、収量も 3 系統とも増加した。青色 LED 照射及び発生時の変温管理それぞれ単独でも、収穫所要日数の短縮効果、増収効果が示唆されたが、培養後期の LED 照射と変温管理を組み合わせることにより、収穫日数の短縮及び増収の効果が確実に得られることも示唆された。

しかしながら、個体間のバラツキも大きく、確実な技術となるよう、青色 LED 照射方法の改良を中心に今後検討する必要性が認められた。

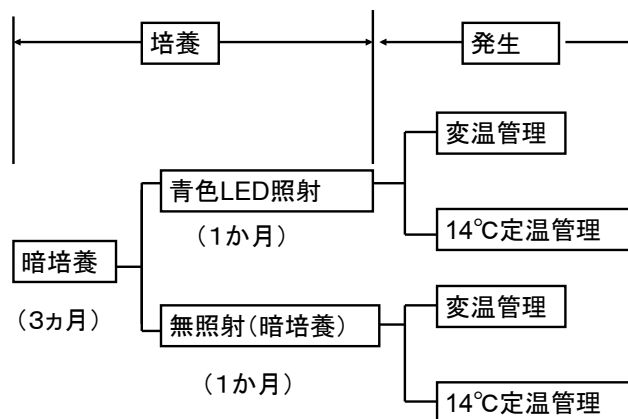


図-2 培養及び発生条件

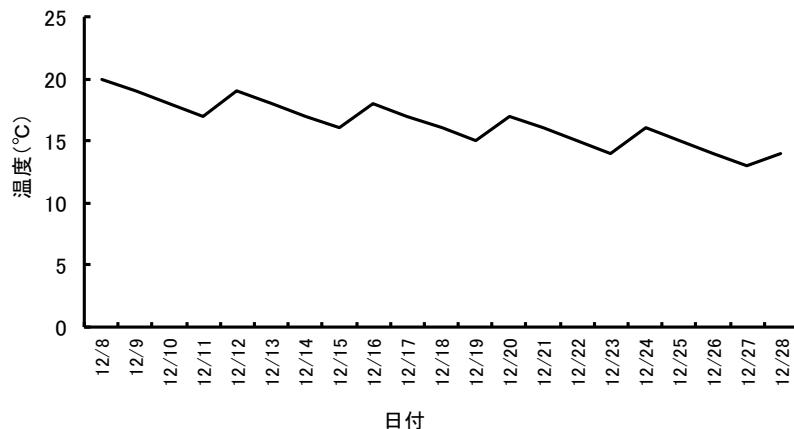


図-3 変温管理条件

表-3 クリタケの栽培試験条件

項目	内容
供試菌株	No. 1538、No. 2107、No. 2421
培地組成	ブナオガコ：ホミニフィード：マメカワ=10：1：1（容積比）、含水率65%
栽培容器	600g詰めポリプロピレン製袋
培養条件	温度20°C
LED照射条件	パナソニック社製青色LEDを20cm上から培地に照射
発生条件	発生処理（袋上面切開）後、2つの発生室（変温管理、14°C定温）、湿度90%以上、白色蛍光灯照射
供試数	1 試験区5袋

表-4 クリタケ青色 LED 照射及び変温管理試験の結果（発生処理後 57 日間）

菌株	培養後期LED照射	発生温度管理	供試菌床数	発生菌床数	発生処理後の収穫所要日数	平均個数		平均収量	
						全菌床平均 (個/培地)	発生菌床平均 (個/培地)	全菌床平均 (g/培地)	発生菌床平均 (g/培地)
1538	LED	変温	5	4	32	2.4	3.0	40.4	67.3
	無照射	変温	5	3	35	11.0	18.3	34.4	57.3
	LED	定温	5	3	41	2.2	3.7	30.8	51.3
	無照射	定温	5	3	36	3.4	5.7	18.8	31.3
2107	LED	変温	5	4	24	14.2	17.8	63.8	79.8
	無照射	変温	5	5	25	18.2	18.2	90.4	90.4
	LED	定温	5	5	13	12.4	12.4	63.2	63.2
	無照射	定温	5	5	33	8.2	8.2	57.4	57.4
2421	LED	変温	5	5	29	53.8	53.8	84.8	84.8
	無照射	変温	5	5	30	59.6	59.6	111.8	111.8
	LED	定温	5	5	27	60.2	60.2	108.6	108.6
	無照射	定温	5	5	33	32.4	32.4	76.2	76.2



写真-1 菌床クリタケの発生状況

(菌株 No. 2421, 左 : LED 照射定温管理区, 右 : LED 無照射変温管理区)

4 培養後期の光照射による害菌発生防止効果 (褐色皮膜形成促進効果) の検討

4.1 試験の目的

害菌に対する抵抗性を増大させるため、培地表面の褐変化促進法として、培養後期における青色 LED の照射効果を検討した。クリタケの菌床栽培では、現在のところ、子実体発生が長期にわたるため、収穫期間中における害菌被害の危険性が高い。しかし、これまでの栽培試験において、菌床シイタケ栽培と類似した培地表面の褐変化現象が現れ、この表面皮膜が害菌を防除する効果が観察されている。そこで、培養後期に光照射することで、菌床シイタケ栽培同様に、培地表面に褐色の皮膜形成を図ることができるか検討した。

4.2 試験の方法

[照射方法]①青色 LED (L 区) ②白色蛍光灯 (F

区) ③照射なし (対照 D 区)。[菌株] 4 菌株 (1538, 2107, 2421, C)。[培地] ブナ : マメカワ : ホミニフィード = 10 : 1 : 1, 培地重量 350g。[1 試験区] 2 ~ 3 袋。[培養] 暗培養 20℃ 5 か月, 光照射培養 : 20℃ 1 か月, 培地上面 21 cm から 1 日 8 時間照射。[調査] 褐色皮膜形成状況。形成状況の判定基準を表-5 に示した。

4.3 試験の結果と考察

結果を表-6 及び写真-2 に示した。菌株 1538 において L 区 (青色 LED 照射区) 及び F 区 (白色蛍光灯照射区) が D 区 (暗培養区) に対して、やや厚めの皮膜形成が見られた以外、皮膜形成状況に差が見られなかった。

2107 以外の菌株では培地上面に褐色皮膜が形成されたが、光照射区が暗培養区に対して明確な皮膜形成の促進効果を、今回の検討では見出すことはできなかった。

表-5 判定基準

皮膜形成状況	記号	得点
無いか極めて僅かな形成	-	1
薄い皮膜を形成	+	2
やや厚い皮膜を形成	++	3
厚い皮膜を形成	+++	4

表-6 クリタケ菌床栽培における培養後期の光照射による培地表面褐変促進効果の得点

菌株	L (青色LED)		F (白色蛍光灯)		D (暗培養)	
	上面	側面	上面	側面	上面	側面
1538	3	1	3	1	2	1
2107	1	1	1	1	1	1
2421	2	1	2	1	2	1
C	2	1	2	1	2	1

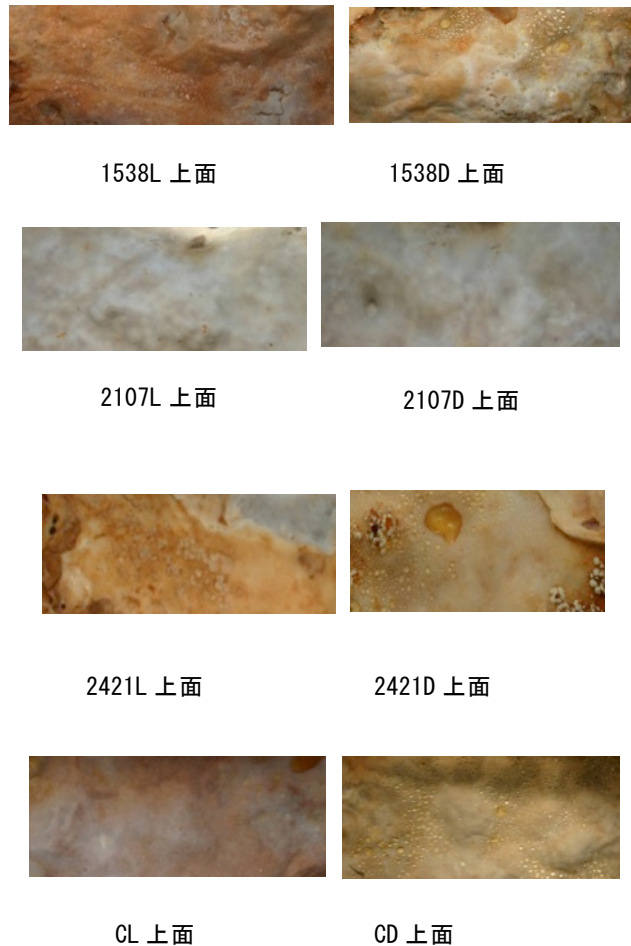


写真-2 培地上面の褐色皮膜形成状況
(左: LED 照射区, 右: 無照射区)

5 発生時の金属製被覆資材による効果

5.1 試験の目的

発生処理後の原基形成を促進し、子実体収穫所要日数の短縮化を図るため、発生処理時に培地表面を金属製の網で被覆する効果について検討した。クリタケは、原木栽培において子実体が発生する箇所は、主に埋設した原木と地面との接点であり、空中に露出した箇所からの発生は

少ない。その理由は不明であるが、原基形成のために何らかの物質と接していることが必要と推察される。

そこで、発生処理時に金属製の網を培地表面に貼付け、収穫所要日数の短縮及び増収効果について検討した。

5.2 試験の方法

[培地被覆物] 金網 (カインズホーム製商品

名：オパールアルミネット 4967938160014)。被覆区 (A 区), 被覆なし区 (対照区)。[供試菌株] No. 1538, No. 2107, No. 2421 の 3 菌株。[培地] ブナおが粉：ホミニフィード：豆カワ=10:1:1 (容積比), 含水率 65%, 培地重量 1 袋 600g。[1 試験区] 10 袋。[接種] おが粉種菌を 15ml 程度接種した。[培養] 20℃ 5 か月間。[発生] 袋の上部を切り取り, 発生室 (14℃) に移して発生に供した。被覆区は, 培地の上面の大きさにあわせて切り取った金網を貼付けて発生に供した。[収穫調査] 個数, 収量, 収穫所要日数

5.3 試験の結果と考察

栽培試験の結果を表-7 に示した。

表-7 クリタケ菌床栽培試験結果 (収穫期間：発生処理後 2 か月間)

試験区分	菌株	被覆物	収穫所要日数	平均個数 (個/培地)	標準偏差	平均収量 (g/培地)	標準偏差
1538	1538	なし	35	9.3	10.1	37.5	34.7
1538A	1538	金網	31	12.3	9.7	53.6	36.9
2107	2107	なし	37	20.1	7.0	58.0	8.5
2107A	2107	金網	31	26.7	9.8	69.4	22.2
2421	2421	なし	29	43.7	20.1	79.5	32.7
2421A	2421	金網	28	50.0	25.2	93.3	42.6

6 培地被覆物による子実体発生促進効果の検討

6.1 試験の目的

5「発生時の金属製被覆資材による効果」において, 金属製網の被覆効果が示唆されたことから, 金網にさらにプラスチック網を加えて, 効果を検討するための再試験を実施した。

6.2 試験の方法

[培地被覆物]①金網 (A 区) (カインズホーム塩尻店商品名：オパールアルミネット 4967938160014 0.28×18/16) ②プラスチック網 (B 区) (カインズホーム塩尻店商品名：ポリエチレン製園芸用鉢底ネット) ③被覆なし (対照)。[供試菌株] 1538, 2107, 2421, C の 4 菌株。[培地] ブナおが粉：ホミニフィード：豆カワ=10:1:1 (容積比), 含水率 65%, 培地重量 1 袋 600g。[1 試験区] 8～10 袋。[接種] おが粉種菌を 15ml 程度接種した。[培養] 20℃ 5 か月間。[発生] 袋の上部を切り取り, 発生室 (14℃) に

金網を敷くことによって, 収穫所要日数が, 菌株 No. 1538 は 4 日間, 菌株 No. 2107 は 6 日間, 菌株 No. 2421 は 1 日間, それぞれ短くなった。また, 1 培地当りの平均収量は, 被覆区が対照区に対して, 菌株 No. 1538 は 16.1g, 菌株 No. 2107 は 11.4g, 菌株 No. 2421 は 13.8g 多くなった。しかしながら, 菌株ごとに, 被覆区と対照区の収量の平均値の差の検定を行うといずれの組合せでも有意差はなかった。したがって, 金網で培地表面を被覆することによる増収効果を明確にすることはできなかったが, 収穫所要日数の短縮効果は示唆された。

移して発生に供した。培地被覆区は, 培地の上面の大きさにあわせて切り取った金網, プラスチック網を貼付けて発生に供した。[収穫調査] 個数, 収量, 収穫所要日数。

6.3 試験の結果と考察

結果を表-8 及び図-4 に示した。また, 一元配置による分散分析結果を図-5 に示した。[菌株 1538] 収穫個数については, A 区 (金網), B 区 (プラスチック網) と被覆なし区に対して有意に個数が増加した。収量については, A 区 (金網) に関して被覆なし区と有意差があり, 増加効果が見られた。A 区 (金網) と B 区 (プラスチック網) の間では, 個数, 収量とも有意差はなかった。収穫所要日数は, 被覆物のある A 区 (金網), B 区 (プラスチック網) と被覆なし区に対して 9 日間短縮した。[菌株 C] B 区 (プラスチック網) と被覆なし区の間で個数, 収量とも有意に増加した。A 区 (金網) と B 区 (プラスチック網) の間でも, 個数, 収量とも有意差があり, B 区が A

区より多かった。収穫所要日数は、被覆なし区に対して、A区(金網)で4日間、B区(プラスチック網)で5日間短縮した。[菌株 2107]収穫個数、収量とも、いずれの試験区間でも有意差は見られなかった。被覆することによる収穫所要日数の短縮効果は見られなかった。[菌株 2421]収穫個数、収量とも、いずれの試験区間でも有意差は見られなかった。収穫所要日数は、被覆なし区に

対して、B区(プラスチック網)で4日間短縮した。

以上の結果から、系統により差があったが、全体として、被覆による収穫所要日数の短縮と収穫個数、収量の増加傾向が見られ、被覆物による処理の有効性が示唆された。被覆物の種類による差は、明確には認められなかった。

表-8 培地被覆物による子実体発生促進効果の検討結果

試験区名	菌株	被覆物	収穫所要日数	個数 (個/培地)	個数標準 偏差	収量 (g/培地)	収量標準 偏差
1538	1538	なし	44	6.8	6.2	19.6	17.8
1538A	1538	金網	35	14.4	8.7	43.4	24.5
1538B	1538	プラスチック網	35	20.8	15.0	41.7	24.0
2107	2107	なし	22	17.0	13.4	41.1	18.6
2107A	2107	金網	22	21.6	13.3	59.9	29.8
2107B	2107	プラスチック網	22	41.4	17.7	72.8	17.7
2421	2421	なし	35	29.9	13.3	55.1	15.0
2421A	2421	金網	35	28.3	13.3	78.6	20.9
2421B	2421	プラスチック網	31	47.9	18.1	95.0	25.7
C	C	なし	48	5.1	5.1	34.0	25.8
CA	C	金網	44	8.9	4.5	34.0	18.3
CB	C	プラスチック網	43	23.3	8.9	78.5	10.8

収穫所要日数：各試験区において最初に収穫された袋についての発生処理後の日数

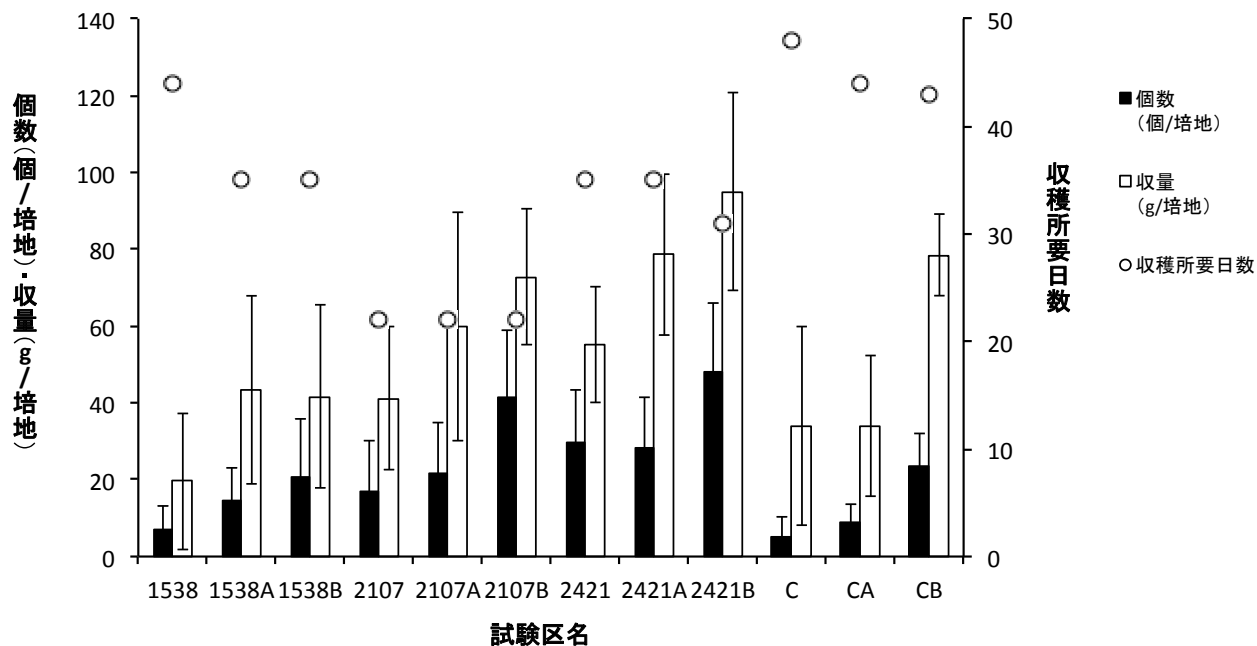


図-4 培地被覆物による子実体発生促進効果の検討結果

一元配置の分散分析 最少有意差法

[**] 1%有意

[*] 5%有意

個数

1538	1538A	1538B	2107	2107A	2107B	2421	2421A	2421B	C	CA	CB
1538	[*]	[*]	2107	なし	なし	2421	なし	なし	C	なし	[**]
1538A		なし	2107A		なし	2421A		なし	CA		[**]
1538B			2107B			2421B			CB		

収量

1538	1538A	1538B	2107	2107A	2107B	2421	2421A	2421B	C	CA	CB
1538	[*]	なし	2107	なし	なし	2421	なし	なし	C	なし	[**]
1538A		なし	2107A		なし	2421A		なし	CA		[**]
1538B			2107B			2421B			CB		

図-5 分散分析結果

7 総合考察

現在、空調施設栽培が実用化されている主要きのこの培養期間は、最も短いエノキタケで25日間程度、最も長い菌床シイタケで90日間程度であり、空調施設を利用したクリタケについても実用化のためには、90日間以内にすることが採算上必要である。また、発生処理後、最初に子実体が形成されるまでの所要日数も20日間前後、少なくとも25日間以内にすることが必要である。

クリタケ原木栽培では、子実体発生時期の集中性が高く、収穫のための労務が調達できない、出荷の集中により販売価格が下落する、という欠点がある。ところが、現在の菌床栽培技術では、逆に発生時期の集中性が低く、子実体発生時期が分散するため、発生期間が必要以上に長くなり、空調施設栽培のメリットが発揮できない状況にある。

そこで前報⁸⁾では、原木栽培で子実体が集中発生する野外の地温変化を模倣した温度変化を、菌床栽培の発生時に与え、子実体発生所要期間が短縮するか検討し、一定の発生期間の短縮効果があることを報告した。しかしながら、変温幅が大きいと施設管理上の弊害も生じるため、変温管理のみで期間を大きく短縮することは困難と考えられた。

そこで、子実体発生の外部環境要因として、温度以外にも、光、湿度、機械的刺激が大きな要因

と考えられる⁷⁾ため、温度以外の栽培条件として、近年注目されているLED等の光利用、培地被覆による物理的刺激について検討した。

2「培養後期の青色LED照射による栽培期間短縮効果の検討」及び3「培養後期の青色LED照射と発生時の変温管理の組合せによる栽培期間短縮効果の検討」では、培養後期の培地への青色LED照射効果を検討した。その結果、培養後期1か月間の青色LED照射と発生時の変温管理を組み合わせることで、収穫所要日数の短縮及び増収の効果が得られることが示唆された。

4「培養後期の光照射による害菌発生防止効果（褐色皮膜形成促進効果）の検討」では、青色LEDの培養後期の培地への照射により、菌糸体表面の褐色皮膜形成を促進し、菌床シイタケ栽培で見られるような害菌発生防止効果が期待できるか検討した。その結果、一部の菌株では無照射区に対して、より褐変化する傾向が観察されたが、明確な効果を確認するまでには至らなかった。

5「発生時の金属製被覆資材による効果」及び6「培地被覆物による子実体発生促進効果の検討」では、クリタケ原木栽培において観察される子実体発生状況から、原基形成のためには何らかの物質と接していることが必要ではないかと考え、金網等の培地被覆による子実体発生促進効果を検討した。その結果、菌株により差があった

が、全体として、被覆による収穫所要日数の短縮と収穫個数、収量の増加傾向が見られ、被覆物による処理の有効性が示唆された。

以上の結果、これまで 40 日程度であった発生処理後の収穫所要日数が、25 日間以下になることも可能になり、収穫期間短縮法として培養後期の青色 LED 照射、発生時の培地被覆、変温発生管理の効果を栽培試験により実証した。

しかし、今回得られた効果は、発生期間の短縮化という部分的な技術改良の範囲に止まっており、培養期間の短縮化にも及ぶ抜本的な効率化のためには、積極的な品種改良が必要と考えられ、野生株の選抜のみでなく、交配育種などを今後は検討したい。

8 結言

空調施設栽培におけるクリタケ菌床栽培の実用化を促進するため、培養中における青色 LED の培地への照射及び発生処理時の培地被覆による子実体発生促進効果を検討した。その結果、菌株による差はあったが、子実体収穫所要日数の短縮効果、増収効果を認めることができた。

9 謝辞

研究の実施に当り、一般社団法人長野県農村工業研究所 中村敬一きのご研究開発部長に多大なご協力を頂戴したので、ここに記して謝意を表す。

10 文献

- 1) 増野和彦 (1993), クリタケ菌床栽培法の検討-子実体の発生と収量-, 日本木材学会中部支部シンポジウム研究発表会, 64
- 2) 増野和彦 (1996), クリタケ菌床栽培法の検討(Ⅱ)-林内及び簡易施設による発生と収量-, 1996 年度日本木材学会中部支部大会講演要旨集, 41
- 3) 増野和彦, 小出博志 (1998), 菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良, 長野県林業総合センター研究報告第 12 号, 135-140
- 4) 増野和彦, 小出博志, 高木茂, 松瀬收司 (2005), ニュータイプきのこ資源の利用と生産技術の開発, 長野県林業総合センター研究報告第 19

号, 45-47

- 5) 増野和彦, 松瀬收司, 高木茂 (2007), クリタケ菌床栽培技術の高度化, 長野県林業総合センター研究報告第 22 号, 85-90
- 6) 増野和彦, 細川奈美, 西澤賢一 (2006), クリタケの栽培特性-同一野生菌株による原木栽培と菌床栽培の特性比較, 第 56 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 81
- 7) 古川久彦編 (1992), きのご学, 共立出版, 89
- 8) 増野和彦, 細川奈美, 高木茂 (2011), クリタケ菌床栽培技術の効率化, 長野県林業総合センター研究報告第 25 号, 77-81
- 9) Sano, H. *et al.* (2007) Sequence analysis and expression of a blue-light photoreceptor gene, *Le. phrA* from the basidiomycetous mushroom *Lentinula edodes*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 71, 2206-2213.
- 10) Sano, H. *et al.* (2009) The basidiomycetous mushroom *Lentinula edodes* white collar-2 homolog PHRB, a partner of putative blue-light photoreceptor PHRA, binds to a specific site in the promoter region of the *L. edodes* tyrosinase gene. *Fungal Genet. Biol.*, 46, 333-341.