

論文

除袋後の管理方法の違いおよび培地含水率が菌床シイタケの発生に及ぼす影響*¹有馬 忍*²・宮本亮平*³

有馬 忍・宮本亮平：除袋後の管理方法の違いおよび培地含水率が菌床シイタケの発生に及ぼす影響 九州森林研究 68：95－97, 2015 クスギチップを用いたシイタケ菌床栽培技術を確立するために、除袋後の管理方法および培地含水率が森 XR 1 号の子実体発生に及ぼす影響について検討した。除袋後の菌床に 10 分間散水した結果、小型子実体の発生が増加する傾向が認められた。一方、除袋直後の菌床底面を手で擦りながら水洗いすることで、底面からの子実体発生個数および量を抑えることができた。また、90-100 日間培養後の菌床からの 1 回目および合計発生量は、培地含水率を 60% に調整した菌床が 53, 57, 62% の菌床に比べて多く、大型子実体の発生個数も多かった。

キーワード：菌床シイタケ、発生量、散水、底面処理、培地含水率

I. はじめに

生シイタケ栽培は全国的に原木栽培が減少し、菌床栽培が増加する傾向にあり、平成 24 年には菌床シイタケの占める割合は全国で約 87%、大分県で約 64% になっている (5)。大分県内には規模拡大中の生産者も存在することから、今後の生産量の増加が期待される反面、販売面では産地間の競争が厳しくなることが予測される。

本県では県内に豊富に存在するクスギを培地基材として使用することで、他県産と差別化を図ることを検討してきた。これまで著者らは、培地基材としてクスギを使用することで、シイタケの発生量が増加することを明らかにした (1)。近年、隣県の民間業者がきのこ菌床栽培用のクスギチップの製造販売を開始したことから、北研 607 号の上面栽培を行う長期栽培生産者を中心に使用されるようになった (6)。一方、森 XR 1 号を使用する短期栽培生産者は、クスギチップの導入はほとんど進んでいない。この原因として、一般的な広葉樹と比較して 1 回目の発生量が少ないこと、短期栽培の場合終盤の発生量が多いクスギチップの特長が活かしにくいこと等が考えられている。

森 XR 1 号の培養期間は短く、発生量が多い反面、1 回目の発生が多発しやすいことが知られている (4)。生産現場では対応策の一つとして、培養終了後の菌床を反転（培養中の底面を上向きにする）して発生室の棚に並べ、生育段階の幼子実体を間引く作業（以下、芽掻き作業）が行われており、人件費の増加の要因になっている。一方で、クスギチップ特有の 1 回目発生が少ない問題をクリアするために、散水を行う生産者も見られるが、培地含水率と散水の関係や、散水が子実体の大きさや発生量に与える影響などについては十分わかっていない。

著者らはこれまでクスギチップを使用した森 XR 1 号の栽培方法の確立を図る目的で、試験栽培データの蓄積を図ってきた。そ

の中で、1 回目発生に及ぼす要因を検討した結果、培地含水率や培養方法の影響が大きいことを明らかにした (3)。

今回は培養条件が同じ菌床を用いて、除袋後の管理方法の違いがシイタケの発生に及ぼす影響について調べるとともに、より詳細な培地含水率の検討も行ったので、結果を報告する。

II. 材料及び方法

種菌は市販されている森 XR 1 号を使用した。クスギチップは、製造販売業者（鳩野建設、熊本県阿蘇郡小国町）の規格である 6mm 以下を用いた。栄養体は 1 菌床当たり米ぬかとふすまをそれぞれ 140g、炭酸カルシウム 4g を添加した。培地は加水する量を変えて製造した。製造した菌床は、長さ 20cm および 12cm、高さ 13cm の角形で、培地重量 2.5kg の菌床は含水率 53%、2.6kg は 54%、2.8kg は 57%、3.2kg は 60%、3.4kg の菌床は 62% であった。含水率は殺菌後に平均的な重量を示した培地を 1 個抽出し、105℃、48 時間乾燥して求めた。培地は自動袋詰め機（徳真電機工業製）で充填した後、118℃、40 分間殺菌し、翌日に種菌を接種した。接種後は菌床袋の上部を溶着し、温度 22℃、湿度 75% の空調施設で培養した。培養中の菌床は、種菌を接種した面（以下、上面）を終始上向きにした状態で管理した。除袋した菌床は上面を上向きにして、空調発生施設の固定棚に並べた。発生温度は 12-22℃ の変温（6 時間毎のプログラム制御）、湿度は成りゆきとし、光は室内の蛍光灯を 12 時間毎に ON、OFF することで制御した。シイタケ子実体の収穫は 7 分間きを目安に行い、菌傘の直径で L（6cm 以上）、M（4-6cm）、S（3-4cm）、SS（3cm 以下）に区分し、規格別の個数と生重量を調査した。統計処理には Microsoft Excel のアドインソフトを用い、一元配置分散分析により 5% 有意差が認められた場合は、Tukey 法で多重比較検定を行った。

*¹ Arima, S and Miyamoto, R : Influence of management after removing of bag and initial moisture content in sawdust media on flash of shiitake mushroom.

*² 大分県農林水産研究指導センター林業研究部きのこグループ Oita Pref. Agr., For. and Fis., Res. Cen. Forest Res. Div., Mushroom Group, Akamine, Mie, Oita 879-7111, Japan.

*³ 大分県東部振興局 Oita Pref. Eastern Promotion Bureau, Kunisaki, Oita 873-0504, Japan.

(1) 試験1：散水の影響

試験には含水率54%、57%、62%の培地に種菌を接種し、95日間培養した菌床を用いた。除袋後に棚に並べた菌床に対して、5日間の異なる散水管理を行った。1回の散水時間は10分間とし、除袋直後に1回のみ行う試験区（1回区）、1日おきに3回行う試験区（3回区）、毎日1回ずつ行う試験区（5回区）を設定した。対照区として無散水区（0回区）を設けた。子実体発生調査は1回目発生のみとし、1試験区あたりの菌床数は6個とした。

(2) 試験2：底面処理の影響

試験には含水率54%、57%、62%の培地に種菌を接種し、103日間培養した菌床を用いた。除袋直後に菌床を水洗いしながら培地の底面（培養時下面）のみを手で約5秒間擦る方法（以下、底面処理）で行った。底面処理した培地は底面を下向きにして棚に並べた。収穫時に子実体の発生位置を底面と底面以外に分けて行い、無処理区（対照区）と比較した。子実体発生調査は1回目発生のみとし、1試験区あたりの菌床数は6個とした。

(3) 試験3：培地含水率の影響

試験には含水率53%、57%、60%、62%の菌床を用いた。培養期間は、89-90日間（以下、90日培養）および102-103日間（以下、100日培養）の2つに分けた。培養が終了した菌床は、除袋直後に培地全面を手で約5秒間軽く擦りながら水洗いした。子実体発生調査期間は除袋から120日間とし、浸水操作は1回6時間、3-4週間間隔で合計5回行った。浸水操作後、2-3日おきに散水（1-2時間/回）を行った。1試験区あたりの菌床数は12個とした。

Ⅲ. 結果及び考察

(1) 試験1：散水の影響

除袋後の散水条件を変えて管理した菌床からの1回目発生の結果を示した（図-1）。

含水率54%菌床からの発生は、除袋後10分間の散水でSSサイズの個数が増加する傾向が見られ、1回区の総発生量は0回区との間に、危険率5%水準の有意差が認められた。また、57%および62%菌床からの発生においても、SSサイズ個数が増加する傾向が見られたが、試験区間で総発生個数および総発生量に有意差は認められなかった。

培地含水率が低い菌床に対して、除袋後に散水することで1回目発生量の増加を試みたが、小型子実体が増加する結果になった。また、含水率が高い培地に散水すると子実体の水分（目視判断）は明らかに高く、商品性が低下すると考えられた。今回は2回目以降の発生に及ぼす影響について検討していないが、除袋直後の菌床に対しての散水は、生産上のメリットはないと考えられた。

(2) 試験2：底面処理の影響

除袋後に底面処理した菌床からの1回目発生の結果を示した（表-1）。

底面処理した菌床の底面からの子実体発生個数は対照区と比較して55-74%、重量は51-83%減少し、危険率5%水準の有意差が認められた。一方、底面以外からの発生個数は対照区と差はなかったが、含水率57%および62%の底面処理区の発生重量は、対照区と比較して有意に増加した。この原因および底面処理によ

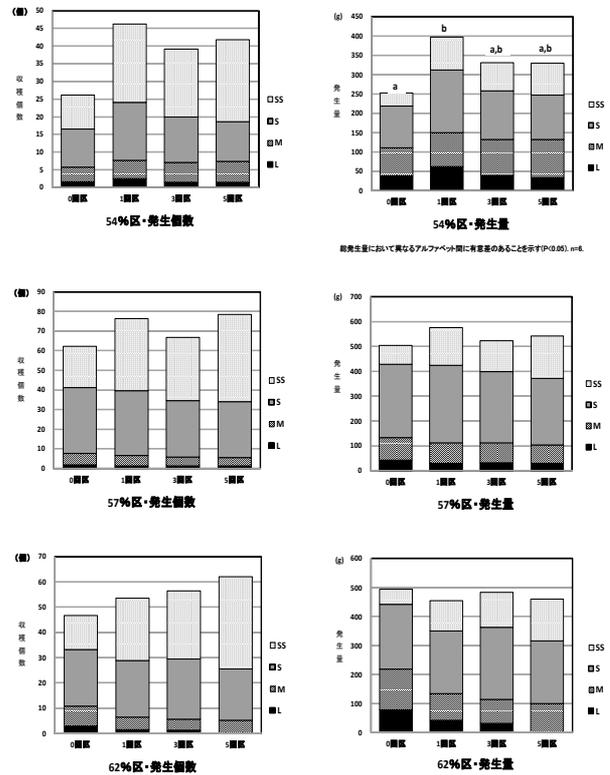


図-1. 除袋後の散水条件がシイタケの1回目発生に及ぼす影響

表-1. 除袋直後の底面処理がシイタケの1回目発生に及ぼす影響

試験区	底面発生		底面以外発生		
	個数	重量 (g)	個数	重量 (g)	
54%	底面処理区	1.8 ± 1.5*	11.7 ± 9.8*	16.4 ± 8.2	204.1 ± 60.8
	対照区	6.8 ± 2.4	67.6 ± 34.6	17.2 ± 6.3	196.3 ± 68.2
57%	底面処理区	2.8 ± 3.1*	17.3 ± 18.6*	39.0 ± 12.4	385.8 ± 53.0*
	対照区	9.2 ± 4.4	55.5 ± 33.1	34.6 ± 12.1	277.5 ± 37.6
62%	底面処理区	4.4 ± 2.8*	30.8 ± 11.9*	47.2 ± 6.4	421.9 ± 29.0*
	対照区	9.8 ± 1.9	62.7 ± 14.1	44.4 ± 7.3	388.3 ± 25.8

平均値 ± 標準偏差

*は底面処理区と対照区との間にt検定で有意差のあることを示す (P < 0.05). n = 6.

る底面からの発生減少については、擦り方の強度と子実体発生の関係、2回目以降の発生に及ぼす影響と合わせて今後検討していきたい。

(3) 試験3：培地含水率の影響

90日および100日培養の菌床からのシイタケ発生量を示した（表-2）。

表-2. 培地含水率、培養日数がシイタケの発生量に及ぼす影響

培養日数 (日)	含水率 (%)	発生量 (g)						
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	合計
90日	53	139.8 ± 104.6 ^{a)}	256.9 ± 106.1	210.6 ± 54.6 ^{b)}	71.3 ± 35.8	74.2 ± 31.3	62.4 ± 41.9	815.3 ± 64.5 ^{c)}
	57	221.6 ± 78.0 ^{ab)}	275.8 ± 117.9	148.9 ± 54.7 ^{b)}	82.0 ± 31.7	84.6 ± 44.8	68.1 ± 36.7	880.9 ± 57.8 ^{b)}
	60	297.5 ± 131.1 ^{b)}	255.1 ± 93.7	161.3 ± 54.5 ^{b)}	86.5 ± 31.6	82.0 ± 22.7	83.0 ± 14.3	965.5 ± 83.6 ^{c)}
	62	262.9 ± 91.8 ^{ab)}	205.1 ± 80.6	181.3 ± 64.7 ^{ab)}	120.4 ± 63.3	92.5 ± 38.6	83.3 ± 64.0	945.6 ± 58.5 ^{c)}
100日	53	201.8 ± 65.9 ^{a)}	158.6 ± 103.7	164.0 ± 52.9	152.5 ± 72.2	56.6 ± 46.2	21.4 ± 20.0	754.8 ± 99.9 ^{c)}
	57	308.2 ± 130.9 ^{ab)}	97.6 ± 85.7	155.7 ± 59.9	119.5 ± 30.8	55.4 ± 41.8	34.0 ± 26.8	770.4 ± 154.1 ^{c)}
	60	448.4 ± 178.0 ^{b)}	170.4 ± 78.9	146.6 ± 36.4	129.8 ± 77.3	37.4 ± 33.0	24.2 ± 25.1	956.8 ± 152.6 ^{c)}
	62	375.9 ± 145.3 ^{b)}	199.7 ± 88.9	147.0 ± 40.3	108.4 ± 34.5	19.7 ± 21.2	40.2 ± 25.8	890.9 ± 84.4 ^{c)}

平均値 ± 標準偏差

同培養日数において異なるアルファベット間にはTukeyの検定で有意差のあることを示す (P < 0.05). n = 12.

90日培養の1回目発生量は含水率60%区が最も多く、最も少ない53%区と比較して危険率5%水準の有意差が認められた。3回目発生は53%区の発生量が最も多く57%および60%区と比較して危険率5%水準の有意差が認められたが、その他の回数では試験区間に差はなかった。合計発生量は60%区および62%区が多く、特に60%区は53%区と57%区と比較して、危険率5%水準の有意差が認められた。

100日培養の1回目発生量は含水率60%区および62%区が多く、53%区と比較して危険率5%水準の有意差が認められた。以降の発生量は試験区間に差はなかったが、合計発生量は60%区が最も多く、53%区と57%区と比較して、危険率5%水準の有意差が認められた。

53%区と57%区は培養期間が長くなると、1回目発生量は多い傾向が見られたが、合計発生量は少なかった。一方、1回目発生量は60%区と62%区とともに100日培養区の方が多かったが、60%区と62%区の合計発生量は培養期間で差は見られなかった。1回目収穫時の子実体水分(目視判断)は60%区と比較して62%区は明らかに高く、商品性が低下すると考えられた。

90日および100日培養した菌床から発生した子実体発生個数およびLとMサイズの合計個数(以下、LM個数)を示した(表-3, 4)。

表-3. 培地含水率, 培養日数がシイタケの発生個数に及ぼす影響

培養 日数	含水率 (%)	発生個数						合計
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
90日	53	5.5±5.7	11.5±6.5	9.5±2.9	3.8±1.5	4.3±2.1	3.9±2.9	38.6±8.7
	57	7.7±3.8	12.3±7.1	6.8±3.6	4.5±1.9	3.7±1.4	3.9±1.8	39.8±7.0
	60	12.1±7.2	11.2±5.1	8.0±3.1	4.4±1.7	4.2±2.0	5.8±1.8	45.6±7.1
	62	11.3±5.8	8.3±3.7	7.8±2.9	6.1±3.6	3.6±1.6	5.2±3.7	42.3±5.2
100日	53	8.1±2.9 ^{ab}	6.4±4.6	6.9±3.0	6.6±3.1 ^a	2.2±1.9	1.9±2.1	32.2±5.7 ^a
	57	13.5±7.7 ^{ab}	4.5±4.6	7.3±3.0	4.5±1.4 ^{ab}	2.5±1.8	1.6±1.4	33.8±10.2 ^{ab}
	60	22.8±11.8 ^b	8.3±5.5	6.8±3.4	4.5±1.6 ^{ab}	1.7±1.2	1.3±0.9	45.2±14.5 ^b
	62	17.3±10.5 ^{ab}	8.8±4.5	7.5±3.4	3.9±1.1 ^b	0.8±0.8	2.2±1.8	40.6±8.5 ^{ab}

平均値±標準偏差
同培養日数において異なるアルファベット間にはTukeyの検定で有意差のあることを示す(P<0.05). n=12

表-4. 培地含水率, 培養日数がシイタケLM規格の個数に及ぼす影響

培養 日数	含水率 (%)	LとMの合計個数						合計
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
90日	53	3.7±2.7 ^a	6.3±2.6	5.3±2.1	1.6±1.3	1.4±1.1	1.0±0.7	19.3±2.4 ^a
	57	6.0±2.4 ^{ab}	6.5±3.2	3.3±1.0	1.6±1.1	1.8±1.1	1.6±1.6	20.8±1.9 ^{ab}
	60	7.5±3.6 ^b	6.4±2.4	3.9±2.1	2.1±0.9	1.8±0.9	1.7±1.2	23.4±2.6 ^b
	62	5.4±1.4 ^{ab}	5.9±2.3	4.6±2.3	2.8±1.6	2.3±1.2	1.7±2.1	22.8±2.7 ^b
100日	53	5.8±2.3 ^a	3.7±2.3	3.4±1.6	3.3±2.1	1.6±1.1	0.2±0.4	17.8±2.7
	57	8.3±2.8 ^{ab}	2.0±1.7	3.8±1.5	2.8±1.1	1.3±0.9	0.6±0.7	18.8±3.5
	60	9.9±3.6 ^b	3.8±2.4	3.0±1.7	2.6±1.2	0.9±1.0	0.4±0.8	20.6±4.0
	62	8.8±4.0 ^{ab}	4.4±2.1	3.4±1.4	2.8±1.3	0.7±0.8	0.8±0.8	20.9±2.4

平均値±標準偏差 Lは菌傘の直径が6cm以上, Mは(4~6cm)
同培養日数において異なるアルファベット間にはTukeyの検定で有意差のあることを示す(P<0.05). n=12

90日培養の発生個数は60%含水率区の合計数が最も多かったが、有意差は見られなかった。一方、100日培養では53%区の1回目発生個数は最も少なく、最も多い60%区と危険率5%水準

の有意差が認められ、合計発生個数も同様であった。

1回目発生のLM個数は、培養日数にかかわらず含水率53%区が最も少なく、最も多い60%区との間には危険率5%水準の有意差が認められた。また、90日培養の合計LM個数は含水率53%が最も少なく、含水率60%区および62%区との間に危険率5%水準の有意差が認められた。60%区と62%区において、培養日数100日の方が1回目発生個数は多かったが、培養日数による総発生LM個数には差がなかった。

以上のことから、今回の栽培条件で菌床シイタケ栽培を行う場合、クヌギチップ菌床の培地含水率は60%に調製し、培養期間90-100日の期間であれば合計発生数やLM個数にさほど影響ないため、生産者の栽培サイクル(菌床を廃棄するまでの期間)に合わせて決定すれば良いと考えられた。

IV. まとめ

菌床シイタケ栽培における1回目発生に及ぼす影響因子は、培地原材料、培養中の光条件、培養期間、移動刺激、発生室の温湿度等が考えられ、これらの条件は生産者毎に異なっている。特に、培地原材料の樹種の変更は、シイタケの発生に及ぼす影響が大きいことが知られている(2)。そこで本試験では、県内に豊富にあるクヌギチップを培地にしたシイタケ栽培技術の確立を試みた。品種は本県で使用割合の高いXR1号を使用した。生産現場では除袋後に散水するケースが見られたので、その効果を検証したが、本試験の条件では小型の子実体が増加し、子実体の水分も高い傾向であったことから、散水の必要性は見いだせなかった。一方、除袋直後に菌床表面を手で擦りながら水洗することで処理面からの発生を抑えることができた。したがって、本品種の特長である1回目の発生過多の問題は、生産現場で行われている芽掻き作業ではなく、より簡便に1回目発生を抑えることが可能と考えられた。今後、菌床を擦る強度や2回目以降の発生に及ぼす影響を調査した上で、効果の検証を行う予定である。さらに、製造時の培地含水率はシイタケの発生量に影響を及ぼし、大型子実体を多く生産するには、含水率は60%を目安に調製すれば良いことがわかった。

引用文献

- (1) 有馬忍・野上友美(2008) 公立林業試験研究機関研究成果選集 5:61-62.
- (2) 北研食用菌類研究所(2014) サンマッシュ菌輪 66:5-8.
- (3) 宮本亮平・野上友美(2012) 大分県農林水産研究指導センター林業研究部きのこグループ業務年報 24:32-35.
- (4) 森産業研究開発部(2007) きのこ界 47:20-23.
- (5) 林野庁(2012) 平成24年特用林産基礎資料5.
- (6) 山田昭彦(2011) 大分県農水研林業研究部きのこグループ情報誌くらんぶ 41:6.

(2014年10月27日受付; 2015年1月26日受理)