

論文

除袋後および休養中の水分管理条件が菌床シイタケの発生に及ぼす影響^{*1}有馬 忍^{*2}

有馬 忍：除袋後および休養中の水分管理条件が菌床シイタケの発生に及ぼす影響 九州森林研究 69：81－84，2016 クヌ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、除袋後および休養期間中の水分管理方法の条件が森 XR1号の子実体発生に及ぼす影響について調査した。1回目の過剰な子実体発生を抑えるため、除袋後の菌床を水洗しながら手やブラシで擦る処理を行った結果、3回目までの発生量は約30%減少し、総発生量も少なかった。次に、休養期間中の散水条件を検討するため、子実体発生から次の浸水まで(4週間)に1回2時間の散水を週3－5回実施すると、散水しない場合に比べ、直後の子実体発生量は明らかに多くなった。さらに、休養期間中に1回2時間の散水を週3回実施すれば、浸水までの期間が子実体発生に与える影響は小さいと考えられた。以上のことから、除袋後の菌床を水洗しながら菌床を手やブラシで擦る処理は発生量の減少要因になり、子実体を安定的に収穫するには休養期間中の散水管理が重要であることがわかった。

キーワード：菌床シイタケ、発生量、散水、休養

I. はじめに

大分県では豊富に存在するクヌギをシイタケ菌床の培地基材として使用することで、資源の活用や他県産と差別化を図ることを検討してきた。2009年12月、隣県の民間業者がきのこ菌床栽培用のクヌギチップの製造販売を開始したことから、県内の生産者の中にクヌギチップを使用する事例が見られるようになった。クヌギチップをシイタケ菌床培地に使用すると、子実体を収穫できる期間が長くなるため、北研607号(株式会社北研)の上面栽培を行う長期栽培生産者を中心に使用されてきた。一方、森XR1号(森産業株式会社)を使用する短期栽培生産者は、オガコ主体の培地で栽培する事例が多く、チップとオガコを希望する割合に混合して入手することを望んでいた。そのような状況の中、2014年5月にきのこ栽培用のクヌギチップおよびオガコを製造販売する民間業者が大分県国東市に操業開始したことで、県産クヌギをシイタケ培地基材として使用することが容易になった。

著者らはこれまでクヌギチップを使用した森XR1号の栽培方法の確立を図るため、栽培試験を繰り返し行ってきた。その中で、培地含水率を60%に調整し、22℃で90－100日間培養した菌床からのシイタケ発生量が多く、大型子実体の発生個数も多いことを明らかにした(2)。しかし、森XR1号が除袋直後の子実体発生が多いという問題に対しては、まだ十分対応できていない。たとえば先行研究では、除袋直後の菌床底面を水洗しながら手で擦ることで、1回目の子実体発生個数および量を抑制することができたものの、2回目以降の発生に及ぼす影響や手で擦る強度との関係は検討していない。一方、赤石(1)は、休養室で2日間23－25℃の温度条件下において多めの散水を行う方法を提案しているが、菌床を移動させる労力や休養室を設けなくてはならないため、実施できない生産者も多い。そのため生産現場では、発生室における休養期間中の散水や浸水のタイミング

など水分管理の指針が強く求められている。

そこで今回は、除袋した菌床に対する水洗処理の違いが、2回目以降の発生や合計発生に及ぼす影響を検討した。さらに、2回目の発生量の増加を目的に、休養中の散水回数および休養期間の長さについて検討を行った。

II. 材料及び方法

種菌は市販の森XR1号を購入して使用した。クヌギチップは、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150g、炭酸カルシウム4gを添加した。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3.2－3.4kg(含水率59－60%)である。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下向きにして、空調管理した発生室の固定棚に並べた。1回目発生後の菌床は、浸水時に上面を上向きにし、以降はこの状態で管理した。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分開きを目安に行い、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。発生調査期間は除袋から160日間とした。毎回の子実体発生が終了した時点で発生室にて7－14日間の休養期間を設け、その間は試験2の対象期間を除き、1回2時間の散水を週3回実施した。散水は、棚に固定したスプレーノズルから水道水を噴霧する方法で行った。休養期間終了後は、子

*1 Arima, S Influence of watering management after unwrapping and during rest period 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.

実体発生を促すため、毎回菌床を水道水に満たしたコンテナ中に6時間浸水した（以下、浸水処理）。1試験区あたりの菌床数は8個とした。統計処理にはMicrosoft Excel（2010）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) 試験1：除袋後の散水および水洗処理の影響

試験には、90および111日間培養した菌床を用いた。除袋した菌床に対して散水する区（W区）、水洗いしながら手で擦る区（WS区）、水洗いしながら靴を洗うブラシで擦る区（WH区）および対照区（C区）を設定した。なお、散水および水洗処理は菌床全面に対して行い、処理時間は1菌床あたり10秒間とした。

(2) 試験2：休養期間中の散水回数の影響

試験には、95日間培養した菌床を用いた。1回目の子実体発生量を調査し、菌床は発生量が等しくなるように4区に分けた。試験区は1回目発生の最後の採取日から初回の浸水までの4週間に設定し、1回2時間の散水を週1回実施区（1回区）、週3回実施区（3回区）、週5回実施区（5回区）および無散水区とした。2回目発生以降の休養期間は、すべての試験区で1回2時間の散水を週3回行った。

(3) 試験3：休養期間の影響

試験には、98日間培養した菌床を用いた。菌床は試験2と同様に、1回目の子実体発生量が等しくなるように4区に分けた。1回目の浸水は子実体採取が終了して3日目（3日区）、10日目（10日区）、17日目（17日区）および24日目（24日区）に実施した。2回目の浸水は24日区浸水日の22日後、3回目以降の浸水は3-4週間間隔ですべての試験区の菌床を同時に実施した。

Ⅲ. 結果及び考察

(1) 試験1：除袋後の散水および水洗処理の影響

除袋後の菌床に対する散水および水洗処理の方法を変えた菌床からのシイタケ発生状況を示した（表-1-3）。

90日培養の場合、1回目の発生量はW区が最も多く、WS区が最も少ない傾向であった。WS区の2回目の発生量は他の試験区より110-129g少なく、危険率5%水準の有意差が認められた。5回目の発生量はWS区が最も多く、C区およびW区との間に危険率5%水準の有意差が認められた。しかし、3回目までの発生量が多いW区は合計発生量が最も多く、最も少ないWS区との間に危険率5%水準の有意差が認められた。1回目の発生

表-1. 除袋後の菌床に対する散水および水洗処理がシイタケの発生量に及ぼす影響

培養 日数	試験区	発生個数 (g) / 菌床						合計
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
90	C	372.4±68.3	373.4±66.7 ^{a)}	190.3±47.2	158.6±31.0	68.1±32.0 ^{ac)}	47.3±18.7	1,209.7±113.4 ^{ab)}
	W	403.8±117.5	359.5±49.2 ^{a)}	211.0±72.0	168.0±50.3	61.3±26.1 ^{a)}	41.4±28.0	1,244.9±116.8 ^{a)}
	WS	289.1±71.5	244.9±41.3 ^{b)}	129.1±63.3	194.5±56.2	120.3±22.6 ^{b)}	60.3±26.3	1,057.7±100.4 ^{b)}
	WH	305.5±50.9	354.5±69.5 ^{a)}	148.4±50.5	159.1±43.1	112.4±31.4 ^{bc)}	55.4±20.9	1,135.2±85.1 ^{ab)}
111	C	566.4±50.7 ^{a)}	217.6±48.5	188.6±25.1 ^{a)}	118.8±18.7	35.6±18.6 ^{a)}	14.1±10.3	1,140.8±64.6 ^{a)}
	W	525.2±52.0 ^{a)}	205.6±46.8	185.8±21.7 ^{a)}	133.0±19.0	31.3±11.6 ^{a)}	28.1±11.1	1,108.4±74.0 ^{a)}
	WS	507.7±34.8 ^{ab)}	216.5±39.7	157.4±31.8 ^{ab)}	117.3±25.6	60.8±28.0 ^{ab)}	23.6±23.6	1,083.5±61.9 ^{a)}
	WH	406.8±76.0 ^{b)}	153.6±49.0	136.9±32.8 ^{b)}	108.9±28.9	90.5±39.8 ^{b)}	33.1±9.5	929.8±70.8 ^{b)}

C：無処理，W：10秒間散水処理，WS：10秒間水洗しながら培地表面を手で擦る処理，WH：10秒間水洗しながら培地表面をブラシで擦る処理
 平均値±標準偏差，同発生回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=8。

表-2. 除袋後の菌床に対する散水および水洗処理がシイタケの発生個数に及ぼす影響

培養 日数	試験区	発生個数 (g) / 菌床						合計
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
90	C	19.4±7.2	21.8±5.8 ^{a)}	8.4±3.4 ^{ab)}	8.9±2.0	5.0±2.6	4.0±1.5	67.4±9.7
	W	22.6±12.0	22.6±3.5 ^{a)}	9.3±2.3 ^{a)}	8.8±3.0	4.4±2.1	2.8±2.1	70.4±12.6
	WS	13.4±4.0	14.6±3.9 ^{b)}	4.8±1.8 ^{b)}	9.4±2.1	6.9±0.8	4.8±2.1	55.6±7.2
	WH	14.4±3.7	19.0±3.5 ^{ab)}	6.5±1.9 ^{ab)}	8.0±1.8	6.8±2.1	4.5±1.9	59.1±7.5
111	C	39.6±6.4 ^{a)}	16.1±6.0	15.8±5.3 ^{a)}	9.4±3.1	2.4±1.1	1.6±1.3	84.9±12.4 ^{a)}
	W	37.5±8.5 ^{a)}	13.0±5.2	12.6±3.7 ^{a)}	9.4±2.1	2.6±1.3	3.1±1.6	78.3±14.5 ^{a)}
	WS	35.6±8.0 ^{ab)}	14.0±3.4	10.4±3.1 ^{ab)}	7.9±4.2	3.9±1.8	2.1±2.5	73.9±15.9 ^{ab)}
	WH	24.6±5.1 ^{b)}	9.4±2.8	6.4±2.3 ^{b)}	6.6±1.6	4.8±1.8	2.3±0.7	54.0±5.7 ^{b)}

C：無処理，W：10秒間散水処理，WS：10秒間水洗しながら培地表面を手で擦る処理，WH：10秒間水洗しながら培地表面をブラシで擦る処理
 平均値±標準偏差，同発生回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=8。

個数は W 区が最も多く、WS 区および WH 区は少ない傾向であった。WS 区の 2 回目および 3 回目の発生個数は最も少なく、最も多い W 区との間に危険率 5% 水準の有意差が認められた。4 回目以降は試験区間で統計的な有意差は認められず、合計発生個数は W 区が最も多く、WS 区が最も少なかった。LM 個数 (L 規格と M 規格個数の合計) は WS 区が最も少なく、2 回目発生は最も多い WH 区、合計発生で最も多い W 区との間に危険率 5% 水準の有意差が認められた。

111 日培養の場合、1 回目の発生量は C 区と W 区が多く、最も少ない WH 区との間に危険率 5% 水準の有意差が認められた。同じ傾向は 3 回目と 5 回目発生でも見られ、合計発生量においても最も少ない WH 区は、他の試験区との間に危険率 5% 水準の有意差が認められた。また、WH 区の 1 回目、3 回目および合計の発生個数は最も少なく、C 区および W 区との間に危険率 5% 水準の有意差が認められた。しかし、LM 個数の合計は、試験区間で差は認められなかった。

以上のことから、除袋後の菌床を水洗しながら手やブラシで擦る処理がシイタケ発生に及ぼす負の影響は、1 - 3 回目発生で顕著に認められ、培養期間で異なることがわかった。1 - 3 回目発生量を比較すると、90 日培養の WS 区と 111 日培養の WH 区は、C 区と比較して約 30% 減少し、短期栽培の場合注意が必要であることが示唆された。また、除袋後の菌床に対する 10 秒間の散水は、シイタケの発生に及ぼす影響は小さいと考えられた。

(2) 試験 2: 休養期間中の散水回数の影響

1 回目の採取が終了した菌床に対する散水の影響を明らかにするため、異なる間隔で散水した菌床からのシイタケ発生状況を示した (表 - 4)。

2 回目の発生個数は散水の回数に依存し、最も少ない無散水区は、3 回目および 5 回目との間に危険率 5% 水準で有意差が認められた。また、2 回目発生量でも無散水区は最も少なく、3 回目および 5 回目との間に危険率 5% 水準で有意差が認められた。しかし、LM 個数は試験区間の差は小さく、散水によって増加したのは S 規格以下の子実体であることが判明し、過剰な散水は子実体の個々の大きさに対して負の影響を及ぼすと考えられた。合計発生量は無散水区で最も少なかったが、5 回目と比較して 8% 減に留まった。また、LM 個数は無散水区が最も多かった。以上のことから、2 回目発生以降の休養中に週 3 回の割合で散水を実施すれば、LM 個数の割合を落とさず、十分な発生量が見込めると考えられた。

(3) 試験 3: 休養期間の影響

1 回目の浸水時期を変えることで、休養期間の異なる菌床からのシイタケ発生状況を示した (図 - 1)。

1 回目の収穫が終了して 10 日目に浸水した 10 日区からの 2 回目発生は、すべての調査項目で多い傾向であったが、統計的な有意差は認められなかった。3 回目発生以降も 3 日区と 24 日区の間すべての調査項目で有意差がないことから、休養期間中に 1

表 - 3. 除袋後の菌床に対する散水及び水洗処理がシイタケ LM 規格の個数に及ぼす影響

培養 日数	試験区	L と M の合計個数 / 菌床						
		1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	6 回目	合計
90	C	9.0 ± 1.4	5.5 ± 1.7 ^{a,b}	3.4 ± 2.0	2.1 ± 1.6	0.6 ± 0.7	0.3 ± 0.5	20.8 ± 2.3 ^{a,b}
	W	9.4 ± 2.1	6.5 ± 1.9 ^{a,b}	4.4 ± 1.5	3.1 ± 1.0	0.6 ± 1.1	0.6 ± 1.1	24.6 ± 3.1 ^a
	WS	7.4 ± 2.7	3.4 ± 2.3 ^a	2.6 ± 1.4	3.0 ± 1.6	2.1 ± 1.4	0.4 ± 0.7	18.9 ± 3.1 ^b
	WH	7.5 ± 2.0	7.3 ± 2.2 ^b	3.3 ± 2.0	2.3 ± 1.9	1.9 ± 0.6	0.4 ± 0.5	23.0 ± 4.3 ^{a,b}
111	C	6.1 ± 2.2	2.3 ± 1.5	1.9 ± 1.4	0.4 ± 0.5	0.5 ± 0.5 ^a	0	11.0 ± 2.8
	W	5.4 ± 2.3	2.0 ± 1.3	2.1 ± 1.4	1.3 ± 1.5	0.4 ± 0.5 ^a	0	11.1 ± 2.2
	WS	4.3 ± 2.1	2.5 ± 1.9	1.8 ± 1.0	1.6 ± 1.0	1.0 ± 0.5 ^{a,b}	0.1 ± 0.4	11.3 ± 2.5
	WH	5.0 ± 1.2	1.5 ± 0.9	2.9 ± 1.0	1.3 ± 1.2	1.9 ± 1.4 ^b	0.4 ± 0.5	12.9 ± 1.6

C: 無処理, W: 10秒間散水処理, WS: 10秒間水洗しながら培地表面を手で擦る処理, WH: 10秒間水洗しながら培地表面をブラシで擦る処理

平均値 ± 標準偏差, 同発生回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 ($P < 0.05$), $n = 8$.

表 - 4. 1 回目発生後の散水回数がシイタケの発生に及ぼす影響

試験区	2 回目発生			合計発生		
	個数	LM 個数	発生量 (g)	個数	LM 個数	発生量 (g)
無散水	2.5 ± 2.4 ^a	2.0 ± 2.2	72.2 ± 68.5 ^a	47.6 ± 6.3	15.9 ± 2.5	878.9 ± 86.4
1 回	7.0 ± 4.4 ^{a,c}	3.0 ± 1.4	175.4 ± 87.5 ^{a,b}	54.6 ± 7.5	13.5 ± 2.9	952.4 ± 87.8
3 回	10.1 ± 4.6 ^{b,c}	3.0 ± 0.9	202.4 ± 56.4 ^b	55.1 ± 13.0	14.6 ± 5.4	960.1 ± 110.2
5 回	14.6 ± 4.1 ^b	3.5 ± 1.7	238.4 ± 56.9 ^b	57.5 ± 13.5	14.1 ± 1.9	957.1 ± 111.0

試験区は 1 回目発生終了後 4 週間設定, 1 - 3 回目: 1 回 2 時間の散水を週 1 回, 週 2 回, 週 3 回実施
無散水区: 散水なし, 平均値 ± 標準偏差, LM 個数は LM 規格の合計数
同項目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 ($P < 0.05$), $n = 8$.

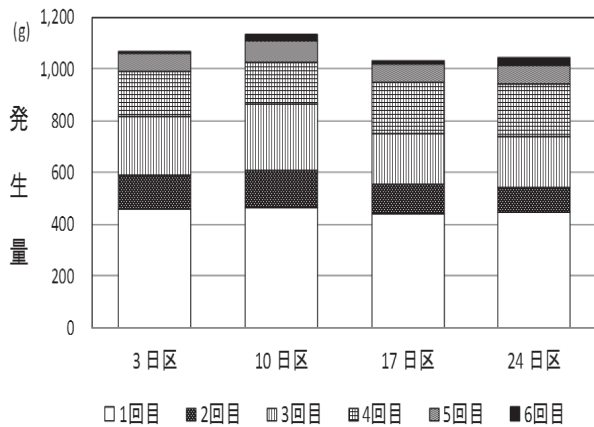


図-1. 1回目発生後の休養期間がシイタケの発生に及ぼす影響

回2時間の散水を週3回実施すれば、浸水までの期間が子実体発生に与える影響は小さいと考えられた。しかし、休養期間が長くなると子実体が発生することや空調施設の構造や温度制御方法は、生産現場によって大きく異なっていることから、生産現場に応じた計画的な浸水や散水管理を検討する必要があると考えられた。

IV. まとめ

森 XR1号を使用する生産現場では、1回目の発生が多発する傾向にあるので、本県において間引き作業で対応する事例が見られる。多発の原因として、培養日数が長い、除袋時の菌床含水率が高い、発生室の湿度が高い、菌床表面の隆起が大きい、発生室の温度日較差が大きいなどが考えられている (1)。また、森 XR1号の芽数の調整方法として、培養室の湿度を下げることも提唱されている (3)。

著者らは、培地製造時の含水率を低く調整することで1回目の発生を抑制できたものの、1回目の発生量が少ない菌床からの合計発生量は少ないことがわかった (2)。今回先行研究に引き続き、除袋時に菌床を擦りながら水洗処理を行うことで、1回目発生の抑制を試みた。その結果、1回目だけではなく2回目もシイタケ発生量を減少させる負の影響を及ぼす傾向が認められたことから、発生期間を短く設定している生産者にとって本処理は減収要因になることが示唆された。

また、2回目発生量を確保するための効率的な散水管理方法を確立するため、今回は12 - 22℃に設定した発生室において、菌床を休養する場合の散水方法を検討した。その結果、1回目のシイタケ発生後の休養期間中の散水条件が、発生個数および量に影響を及ぼすことが判明し、1回2時間の散水を週3回実施することで、950 - 1,100 gの合計発生量を確保できた。

前報 (2) の結果と合わせて考察すると、クヌギチップを用いて森 XR1号を栽培する際には、培地製造時の含水率を60%に調整し、休養期間中は1回2時間の散水を週3回実施することが最適条件であることがわかった。また、除袋後の過剰な散水は小型子実体の増加、菌床表面を手で擦る処理は発生量の減少要因になることも判明した。したがって、クヌギを培地材料として使用する際には、現状のシイタケ発生状況を把握し、チップとオガコの割合、培地含水率、除袋後の発生操作、休養中の散水方法を検討した上で、使用することが必要である。

引用文献

- (1) 赤石博 (2010) 2010年度版きのこ年鑑別冊最新きのこ栽培技術 127-132.
- (2) 有馬忍・宮本亮平 (2015) 九州森林研究 68:95-97.
- (3) 森産業研究開発部 (2009) きのこ界 55:21-23.
(2015年10月23日受付; 2016年1月27日受理)