

菌床シイタケ栽培における休養時の散水条件が子実体発生に与える影響

中田理恵（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター）
山口 亮（静岡県西部農林事務所）

菌床シイタケ栽培において、初回発生後の休養時の散水条件が子実体発生に及ぼす影響を明らかにするため、休養時の散水条件について、その頻度（毎日、1日おき、2日おき、3日おき）、もしくは時間（毎日15分、30分、60分、120分）を変化させて、それらの条件下で発生した2品種（品種A、B）の子実体を直径サイズ別に測定した。休養時の散水条件の影響は品種ごとに異なっていたが、散水量0.4L/分で毎日120分までの散水では、休養時の散水時間が長くなるほど直径サイズの大きい子実体の発生量が多くなり、全子実体発生量が多くなる傾向がみられた。以上より、休養期間中の散水条件により2回目以降の発生量を制御できることが示唆された。

キーワード：菌床シイタケ、散水、発生量、サイズ

I はじめに

2018年の国内林業産出額5,020億円のうち、栽培きのこ類生産額は2,257億円と45%を占めており(3)、栽培きのこ類は地域経済の活性化や雇用の確保に大きな役割を果たしている(4)。栽培きのこ類のうち最も産出額が高い生シイタケは、生産量の91%が菌床栽培によるものであり、市場で流通している生シイタケは菌床シイタケが大部分を占めている。

菌床シイタケの生産方式の一つに購入菌床栽培方式がある(2,5)。この方式は、菌床製造企業から培養完了あるいは一次培養完了の菌床を購入して、生産者が個別に発生のみを行う方式であり、初期投入費用が少なく、生産者にとって取り組みやすい。しかし、菌床の購入経費が支出の大部分を占めるため、生産者は1つの菌床を長期間利用し、出来るだけ多くの子実体を収穫することを望んでいる。この点において、初回の子実体発生は菌床製造時における培養条件などの影響が大きく、購入菌床栽培方式を行う生産者にとって改善する点は少ない。それに対して2回目以降の子実体発生には、菌床を休養させる工程があることから、休養期間中の管理条件の改善がその後の子実体発生に大きく影響を及ぼすと考えられる(1)。

休養中の管理で重要な要因には、温度、湿度、散水条件などが挙げられる。菌床製造企業の栽培マニュアルでは、推奨条件の温度、湿度が明記されるに対して、散水条件は最低限の散水、十分な水分供給など、具体性に乏しい表記が多く、生産者から休養時の適切な散水条件についての問い合わせが多い。そこで本研究では、購入菌床栽培方式の最適な生産管理体制の構築に資することを目的とし、初回発生後の休養時の散水条件がその後の子実体の発生に及ぼす影響を調べた。

II 材料及び方法

1. 供試菌と培地 供試菌には、静岡県内における主要品種である菌床シイタケ市販中高温性品種A、高温性品種Bを用いた。供試培地は、広葉樹おが粉培地（栄養体を重量比で8%含む）を用いた。培地の含水率を約60%に調整し、耐熱性のポリエチレン製袋（S-30MM(0.045×102/195×385mm)、㈱サカト産業）に1.3kgずつ詰めて、98℃で7時間滅菌した。放冷後、おが粉種菌を接種した。接種後の培地は22℃、相対湿度50～70%で90～120日間培養した。培養までの作業は、菌床製造企業が実施した。培養後に菌床の袋を取り除き、16℃、相対湿度90%以上となるように設定した室内で初回の子実体を発生させた。初回発生終了後、菌床を22℃に設定し、相対湿度40%～95%の室内で21日間休養させた。休養期間中は散水を行った。その後、13±5℃の水に1晩浸漬し、初回発生と同様の条件で2回目の発生を行った。

2. 休養時の散水条件

(1) 試験1：散水頻度の影響 散水量0.4L/分のミスト散水ヘッドを使用し、散水時間を60分とし、頻度を毎日、1日おき、2日おき及び3日おきとした。品種Aのみで試験を行った。

(2) 試験2：散水時間の影響 散水量0.4L/分のミスト散水ヘッドを使用し、散水時間を15分、30分、60分及び120分とし、頻度は毎日とした。静岡県内の多くの菌床シイタケ生産者が、費用対効果を考慮して3回目まで子実体を発生させてから菌床を廃棄する。そのため本試験では、品種A、Bを用いて、2回目と同様の条件で3回目まで発生試験を行った。

3. 測定項目 発生した子実体の傘の開きが7～8分で採取し、菌傘の直径でLL（8cm以上）、L（6～8cm）、

NAKATA Ric*, YAMAGUCHI Akira

Influence of watering management during rest periods on occurrence of Shiitake mushroom

rie1_nakata@pref.shizuoka.lg.jp

M (4~6cm), S (2~4cm), SS (2cm 以下) の規格に区分し、規格別の発生量、個数を測定した。

4. 試験期間 試験 1 は 2017 年 2 月~12 月、試験 2 は 2017 年 11 月~2019 年 2 月に実施した。

Ⅲ 結果及び考察

1. 散水頻度の影響

休養時の散水時間を 60 分、頻度を毎日、1 日おき、2 日おき及び 3 日おきとした菌床からの 2 回目の発生状況を表-1 に示す。

試験区別の子実体発生個数の全菌床数における割合(発生割合)は、2 日おき及び 3 日おきで発生しない菌床がみられた。

全子実体の発生量は、毎日散水を行った場合が最も多く、毎日散水した場合と 3 日おき、2 日おきの間に有意差がみられた(Tukey-Kramer test, $p<0.05$)。L 規格の発生量では、毎日散水した場合と 2 日おきの間に有意差がみられた(Tukey-Kramer test, $p<0.01$)。他のサイズでは有意差はみられなかった(Tukey-Kramer test, $p>0.05$)。

発生個数について、全子実体では試験区間に差はみられなかったが、L 規格では 2 日おき散水が毎日散水した場合を有意に下回った(Tukey-Kramer test, $p<0.01$)。

2. 散水時間の影響

休養時の散水頻度は毎日とし、散水時間を 15 分、30 分、60 分及び 120 分としたシイタケ菌床からの 2 回目と 3 回目発生量を合算した散水時間別シイタケ子実体の 2~3 回目発生状況を表-2 に示す。

試験区別の子実体発生個数の全菌床数における割合(発生割合)は、品種 A は 15 分、30 分に発生しない菌床があり、品種 B は 15 分に発生しない菌床があった。

全子実体発生量は、品種 A、品種 B 共に、散水時間と発生量との間に有意な正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.001$, 図-1)。

全子実体発生個数は、品種 A では散水時間による有意差はみられなかった(Tukey-Kramer test, $p>0.05$, 表-2) が、品種 B では、15 分と 120 分、30 分と 120 分の間に有意差があった(Tukey-Kramer test, $p<0.05$, 表-2)。品種 B は、散水時間と全子実体発生個数との間に有意な正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.001$, 図-2)。このことから、2 品種間では散水による影響が異なることが示唆される。

全子実体平均個重は、品種 A は散水時間と全子実体平均個重との間に有意な正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.001$, 図-3)。品種 B は、散水時間と全子実体平均個重との

間に弱い正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.05$, 図-3)。このことから、散水時間が長くなるほど平均個重は重くなる傾向が示唆される。

サイズ別の発生量では、品種 A は LL, L 規格において、散水時間と発生量との間に有意な正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.01$, 図-4)。M, S, SS 規格では、散水時間と発生量との間に相関は認められなかった(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p>0.05$, 図-4)。品種 B は、L, M 規格において、散水時間と発生量との間に有意な正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.001$, 図-4)。LL 規格において、散水時間と発生量との間に弱い正の相関が認められた(Spearman's correlation coefficient by rank test, $p<0.01$, 図-4)。S 規格において、120 分と 15 分の間に有意差が認められた(Tukey-Kramer test, $p<0.05$, 表-2)。

これらの結果から、休養時の散水条件が子実体発生に及ぼす影響は、品種ごとに異なること、散水条件により発生する子実体の重量、径級が変化することが示唆された。品種 A 及び B において、散水量 0.4L/分 で毎日 120 分までの散水では、休養時の散水時間が長くなるほどサイズが大きい子実体の発生量が多くなり、全子実体発生量が多くなる傾向がみられた。

本研究により、休養期間中の散水条件が子実体発生に影響を及ぼすことが示唆された。休養時の散水条件を調査した既往研究では、散水回数を増すことにより発生量は増加したが、散水によって増加したのは S 規格以下の子実体であった(1)。今回の結果は、径級別サイズについてはそれとは異なる傾向であり、菌床の種類、品種、散水量などが関係しているのではないかと考えられる。したがって、2 回目以降の子実体発生で直径サイズの大きな子実体を多く生産させるためには、過剰な散水に留意して休養期間中の散水量を変更するなど、生産現場における散水条件の検討が必要であると考えられる。

引用文献

- (1) 有馬忍 (2016) 除袋後及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
- (2) 大森清寿 (1993) 菌床栽培の特徴とねらい.(菌床シイタケのつくり方.大森清寿編.農山漁村文化協会) 11-30
- (3) 農林水産省大臣官房統計部 (2020) 平成 30 年林業産出額. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/ringyou_sansyutu/attach/pdf/index-14.pdf (2020 年 3 月 26 日参照)
- (4) 林野庁 (2018) 平成 30 年版森林・林業白書 109-113
- (5) 山中勝次 (1991) シイタケ菌床栽培.(きのこの基礎科学と最新技術.きのこ技術集談会編集委員会編.農村文化社) 212-220

表一．散水頻度別シイタケ子実体の2回目発生状況（品種A）

散水頻度	発生割合	全子実体		LL級（菌傘直径8cm以上）		L級（菌傘直径6-8cm）		M級（菌傘直径4-6cm）		S級（菌傘直径2-4cm）	
		発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)
毎日 60分	1.0	238.4 ± 132.2 a	7.5 ± 5.3 a	88.2 ± 63.1 a	1.3 ± 0.9 ab	77.9 ± 47.7 a	2.0 ± 1.1 a	67.2 ± 75.2 a	3.3 ± 3.5 a	4.0 ± 12.5 a	0.5 ± 1.6 a
1日おき 60分	1.0	194.5 ± 76.2 ab	5.7 ± 3.3 a	103.5 ± 54.7 a	1.4 ± 0.5 a	43.0 ± 52.2 ab	1.2 ± 1.3 ab	41.4 ± 33.8 a	2.3 ± 2.0 a	6.2 ± 8.3 a	0.7 ± 0.9 a
2日おき 60分	0.8	119.1 ± 93.4 b	3.8 ± 3.0 a	68.0 ± 58.4 a	0.9 ± 0.7 ab	20.3 ± 37.6 b	0.6 ± 1.1 b	25.5 ± 29.2 a	1.3 ± 1.4 a	4.2 ± 6.7 a	0.6 ± 1.0 a
3日おき 60分	0.9	142.0 ± 78.6 b	4.6 ± 3.8 a	56.8 ± 62.5 a	0.7 ± 0.7 b	36.9 ± 28.6 ab	1.0 ± 0.8 ab	39.1 ± 43.7 a	1.9 ± 2.1 a	8.5 ± 26.0 a	0.8 ± 2.0 a

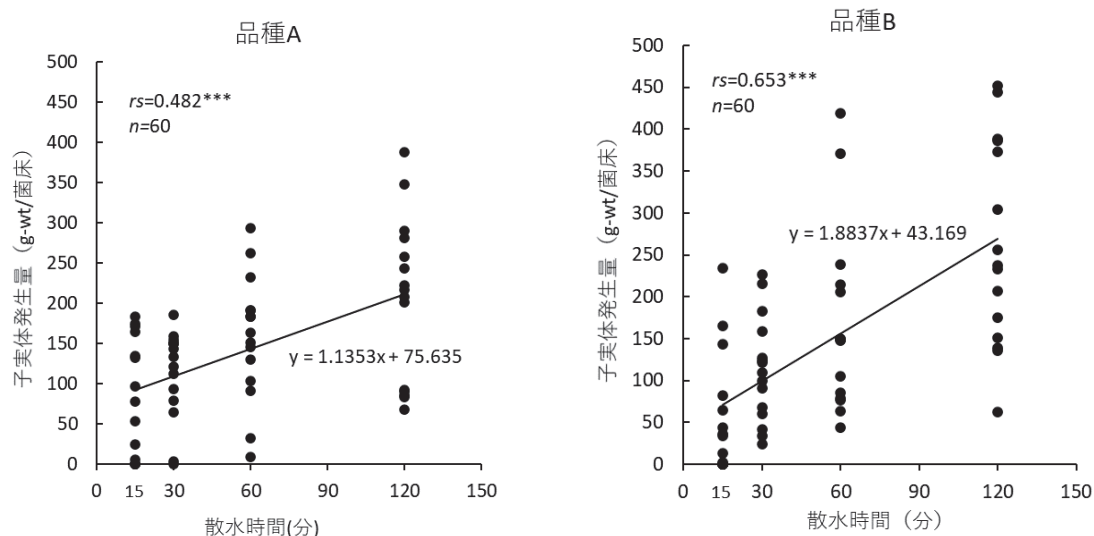
発生割合＝子実体発生菌床個数／散水頻度別全菌床個数 全子実体と径級別の数字は、平均値±標準偏差。異なる英字間には有意差があることを示す(Tukey-Kramer test, n=15, p<0.05)。

表二．散水時間別シイタケ子実体の2～3回目発生状況

品種	散水時間	発生割合	全子実体			LL級（菌傘直径8cm以上）		L級（菌傘直径6-8cm）	
			発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	個重 (g-wt/個)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)
品種A	15分	0.7	81.3 ± 73.7 a	5.4 ± 5.3 a	12.4 ± 9.7 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	20.4 ± 30.4 a	0.5 ± 0.8 a
	30分	0.9	113.5 ± 55.6 a	5.6 ± 4.3 a	24.4 ± 16.2 ab	16.5 ± 29.4 a	0.3 ± 0.5 a	43.8 ± 31.1 ab	1.1 ± 0.8 ab
	60分	1.0	157.8 ± 77.9 ab	6.1 ± 4.5 a	33.2 ± 19.4 b	59.5 ± 68.3 ab	0.7 ± 0.7 ab	61.9 ± 49.7 ab	1.6 ± 1.2 ab
	120分	1.0	205.3 ± 101.8 b	6.3 ± 3.2 a	36.4 ± 15.6 b	76.5 ± 79.9 b	1.0 ± 0.9 b	76.3 ± 62.5 b	2.1 ± 1.6 b
品種B	15分	0.7	54.7 ± 72.5 a	2.1 ± 2.6 a	17.1 ± 16.0 a	7.2 ± 28.0 a	0.1 ± 0.5 a	27.6 ± 34.2 a	0.7 ± 0.7 a
	30分	1.0	112.3 ± 62.8 ab	6.1 ± 4.2 a	23.1 ± 9.5 ab	12.6 ± 26.7 a	0.2 ± 0.4 ab	44.6 ± 33.1 ab	1.3 ± 0.9 ab
	60分	1.0	166.5 ± 109.4 b	6.3 ± 4.4 ab	29.2 ± 11.7 ab	34.1 ± 53.2 ab	0.5 ± 0.7 ab	77.8 ± 69.7 ab	1.9 ± 1.7 ab
	120分	1.0	263.0 ± 122.5 c	10.7 ± 6.5 b	32.5 ± 18.4 b	63.1 ± 79.8 b	0.9 ± 1.1 b	95.9 ± 76.0 b	2.3 ± 1.8 b

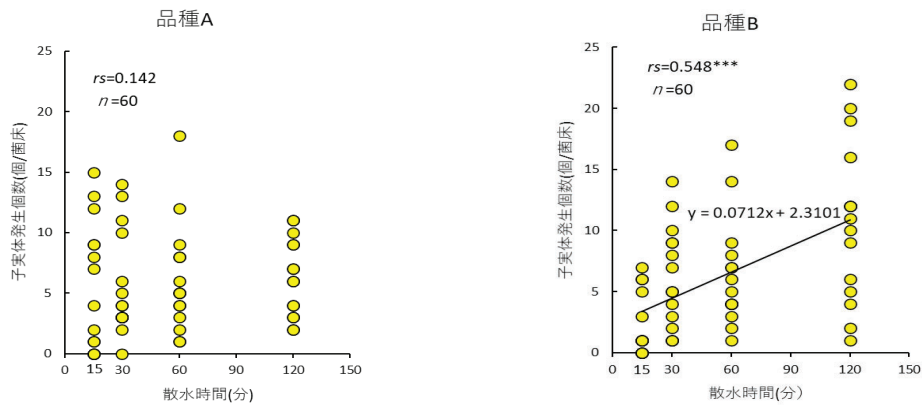
品種	散水時間	M級（菌傘直径4-6cm）		S級（菌傘直径2-4cm）		SS級（菌傘直径2cm以下）	
		発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)	発生量 (g-wt/菌床)	個数 (個/菌床)
品種A	15分	39.1 ± 40.8 a	2.2 ± 2.5 a	21.4 ± 27.3 a	2.5 ± 3.4 a	0.5 ± 1.2 a	0.2 ± 0.4 a
	30分	40.7 ± 37.2 a	2.1 ± 2.2 a	11.7 ± 15.8 a	1.7 ± 2.5 a	0.8 ± 1.6 a	0.4 ± 0.8 a
	60分	26.3 ± 23.5 a	1.7 ± 1.5 a	9.6 ± 17.0 a	1.7 ± 3.0 a	0.4 ± 0.6 a	0.3 ± 0.5 a
	120分	44.3 ± 43.2 a	2.1 ± 1.9 a	8.0 ± 8.1 a	0.9 ± 1.0 a	0.2 ± 0.7 a	0.1 ± 0.4 a
品種B	15分	15.6 ± 24.2 a	0.7 ± 1.0 a	4.1 ± 6.6 a	0.5 ± 0.9 a	0.2 ± 0.7 a	0.1 ± 0.3 a
	30分	39.8 ± 39.3 a	2.2 ± 2.1 ab	12.5 ± 11.7 ab	1.7 ± 1.7 ab	2.8 ± 7.8 a	0.7 ± 1.2 a
	60分	44.2 ± 29.8 ab	2.3 ± 1.8 ab	9.8 ± 14.5 ab	1.3 ± 1.7 ab	0.7 ± 1.6 a	0.4 ± 0.9 a
	120分	78.4 ± 50.8 b	3.9 ± 2.5 b	24.5 ± 33.1 b	3.0 ± 3.8 b	1.1 ± 1.5 a	0.6 ± 0.7 a

発生割合＝子実体発生菌床個数／散水時間別全菌床個数 発生量、個数、個重は、2回目、3回目の合計を示し、数字は平均値±標準偏差。異なる英字間には有意差があることを示す (Tukey-Kramer test, n=15, p<0.05)。



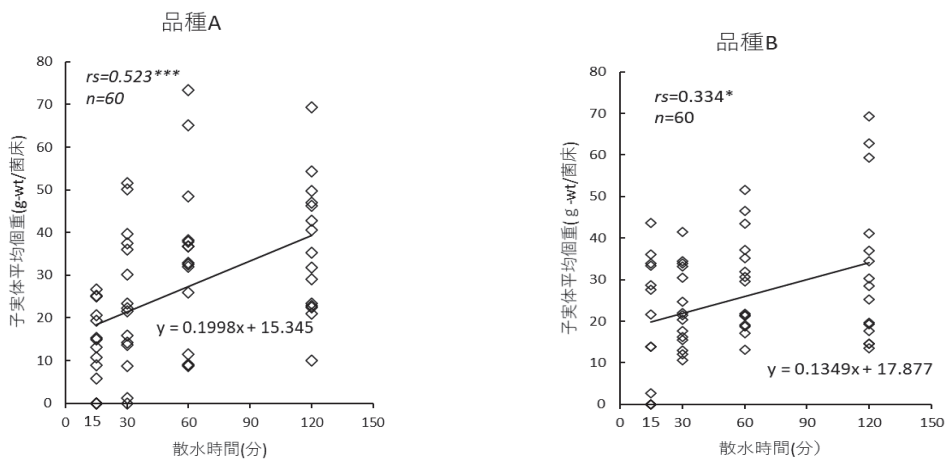
図一．散水時間別のシイタケ2品種の全子実体の発生量

品種A、Bの発生量はいずれも2回目と3回目の合計を示し、散水時間と発生量の間には有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (*): p<0.05, (**): p<0.01, (***): p<0.001)。



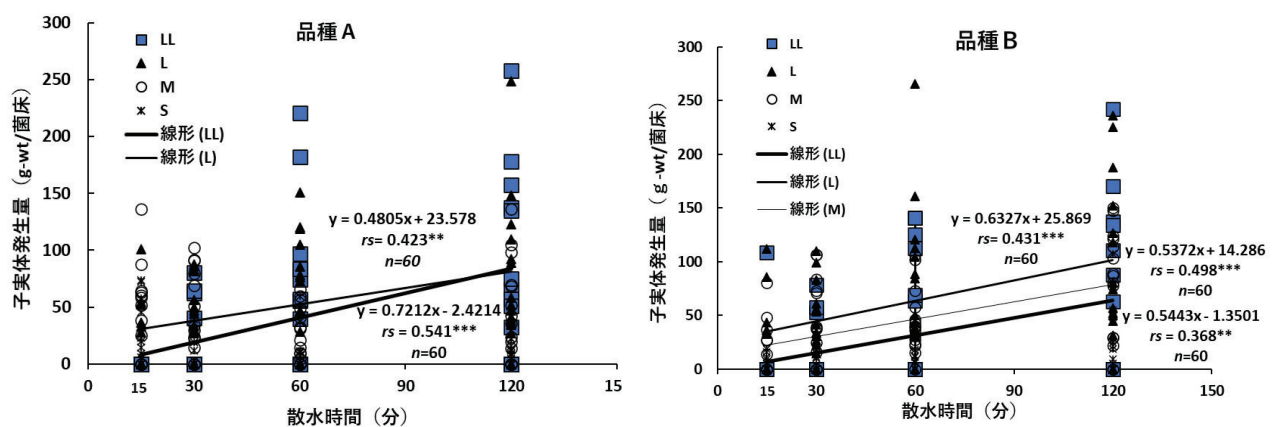
図ー2. 散水時間別のシタケ2 品種の全子実体の発生個数

品種A, Bの発生個数はいずれも2回目と3回目の合計を示し、品種Bの散水時間と発生個数の間に有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (*) : $p < 0.05$, (**) : $p < 0.01$, (***) : $p < 0.001$)。



図ー3. 散水時間別のシタケ2 品種の全子実体の平均個重

品種A, Bの平均個重は、いずれも菌床ごとの2回目と3回目の合計発生量を発生個数で割ったものを示し、散水時間と子実体平均個重との間に有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (*) : $p < 0.05$, (***) : $p < 0.001$)。



図ー4. 散水時間別のシタケ2 品種のサイズ別子実体の発生量

品種A, Bの発生量は、いずれもサイズ別の2回目と3回目の合計を示し、品種Aでは散水時間とLL及びL規格の発生量の間に、品種Bでは散水時間とLL, L及びM規格の発生量の間に有意な相関が検出された (Spearman's correlation coefficient by rank test, (*) : $p < 0.05$, (**) : $p < 0.01$, (***) : $p < 0.001$)。