

(5) 培養中の光環境

きのこ類は光合成を行わないが、しいたけの原基形成には光が必要であることが知られている。このため、自然光を採光できない場合は、培養後期には照明が必要である。なお、既存研究では培養後期の菌床に青色 LED を照射することで培養期間の短縮、収量の増加が見られたことが報告されている（森林総合研究所 2014）。

(6) 積算温度による菌床の管理

積算温度による菌床の熟度管理は、日々の平均気温を積算し所定の積算温度（例：2000℃・日）に達した時点で除袋する管理方法である。積算温度による菌床の管理は、菌床の内部温度が 25℃を超えないように管理するために、培養室の温度を 20℃に管理する必要がある。菌床の内部温度が 25℃を越えるような条件では、菌床の熟度を過大評価し、菌床が未熟なうちに除袋する危険性がある。森 XR1 号では、約 2000℃～2200℃が最適とされている。

具体的には、2000℃・日で培養が完了する種菌 X を 25℃で培養した場合、培養は 80 日で完了する。一方、同一種菌を 30℃で培養した場合、培養は 67 日で完了する計算になる。しかし、30℃で培養した場合の菌糸生長は 25℃の 30%程度しかない。30℃で 67 日間の培養は明らかに短い、積算温度は 2000℃・日を超える。

よって、施設培養では積算温度による培養管理は可能であるが、簡易施設では積算温度による培養管理は不可能である。

(7) 菌床重量の減少

培養が進むに従い、菌床の重量は減少する。既存資料によると森 XR1 号では、適正に管理された場合、培養 90 日目の菌床重量は仕込み時の約 90%となるとされている。

13 施設栽培での培養としいたけの発生時期

(1) 培養室の整備

培養室には、培養室の面積に見合った空調・強制換気機器が設置されていることが望まれる。培養室内は、水洗いやエタノールによる滅菌に耐える構造となっていることが望ましい。

(2) 培養

培養室の温度は、20℃に設定する（種菌により培養温度が異なる場合があるため種菌メーカーに確認が必要）。室温 20℃の条件で培養した場合、一次培養は接種（植菌）から 30 日程度、二次培養は接種（植菌）から 90 日程度で完了する（種菌の種類により培養期間が異なるため種菌メーカーに確認が必要）。

施設栽培では、施設の密閉性が高い。CO₂ 濃度が高くなると施設内の作業員や菌床への影響が懸念されるため、十分な換気を行う必要がある。強制換気の換気口は、施設の下部に設置するのが一般的である。

(3) 子実体の発生時期

子実体の発生時期は、温度が一定で管理されているため接種（植菌）から90日程度である。種菌により培養日数が異なるため種菌メーカーに確認する。同一ロットの菌床すべてを同じ日に除袋すると、子実体の発生時期も揃ってしまい、収穫作業が集中する。培養日数を±5日程度ずらすことで収穫作業の負荷平準化が可能である。具体的な発生処理方法は、「15 発生操作」を参照のこと。

作業例：同一ロットの1/3量を5日早く除袋、1/3量を所定の培養日数で除袋、1/3量を5日遅く除袋。

14 簡易施設での培養としいたけの発生時期

(1) 培養施設の設置例

ここでは、空調機器を設置しないことを前提に解説を行う。培養施設の設置場所は、風通しのよい箇所で水道施設等（上水道、簡易水道、農業用水）の整備が完了した、あるいは整備可能な場所とする。施設を風通しのよい箇所に設置することで、施設内の過湿状態を回避することができる。施設内が乾燥した場合は、散水により容易に湿度を上げることができる。

施設の外觀を図-20に示す。図のとおり、施設は二重構造とする（外部構造と内側のハウス）。施設を二重構造にすることにより効率的に太陽からの熱を遮断することができる。太陽光を遮断することで遮光ネット自体は熱を持つ。遮光ネットと内側のハウスの間に空間があることにより遮光ネットに蓄積した熱が内側のハウスにまで届きにくくなり、ハウス内の温度上昇を抑制することができる。図-20の事例では、施設を二重構造にすることで施設内の最高気温を33.1℃に抑えることができた（2010年から2013年までの観測）。2009年から2014年までの栽培試験では、いわゆる高温障害は発生しなかった。

外部構造は、台風時の強風にも耐えるような強度を備えていることが望ましい。内側のハウスの下部は、メッシュ構造とし風通しをよくする。風通しは確保するが、キノコバエ等の害虫類が入り込まないように隙間をできる限りなくす（施設の密閉度を高める理由は、第4章トラブルの原因とその回避で詳しく解説する）。



図-20. 菌床しいたけ発生ハウスの設置例（名護市大中、森林資源研究センター旧施設内）

(2) 培養と発生

菌床の搬入と培養スケジュールは、図-21 のとおりである。

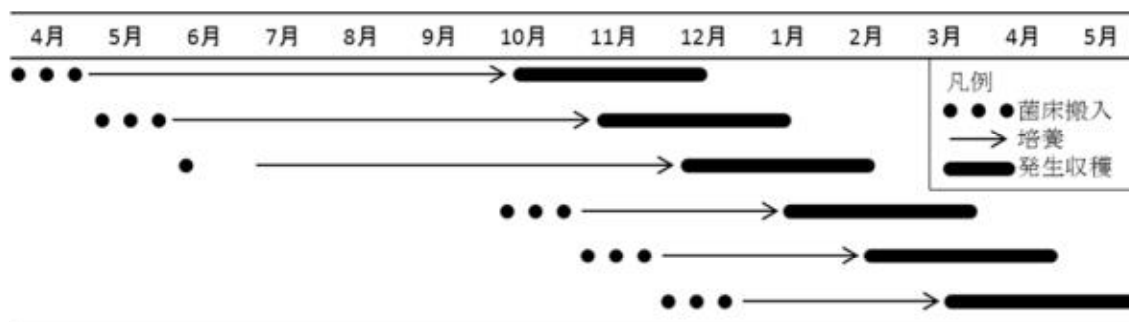


図-21. 菌床しいたけ自然栽培スケジュール

しいたけ菌床の搬入時期は、4～6月と10～12月である。ただし6月は初旬までに搬入を終え、培養を開始する。4～6月に搬入した菌床は、夏季の高温の時期を越えて培養するため、培養期間は6ヶ月程度と長くなる。一方で、10～12月に搬入した菌床は、しいたけの生長に適した気温で培養されるため、培養期間は3ヶ月程度である。

7～9月は気温が連日30℃を超える日が続くため、しいたけの菌糸生長には適さない。30℃を超える気温条件下での菌糸生長は緩慢で、このような条件下で接種直後の菌床を培養すると種菌の定着が見込めない。さらに、しいたけの菌糸が蔓延しきっていない培地は害菌の汚染も受けやすくなる。7～9月は菌床しいたけの培養初期には適さない時期であるため、施設への新たな菌床の搬入は避けるべきである。

しいたけの発生は、10月下旬から5月上旬まで可能である。しかし、気温を人工的に調整できない簡易施設では、発生時期がずれることもしばしばある。

15 発生操作

発生操作は、子実体を発生させる準備ができた菌床に適度な刺激を与え、子実体原基の形成を促す操作である。初回の発生操作は、培養袋を取り除く（除袋）だけでしいたけが発生するため、散水管理のみで特別な発生操作は必要ない。しかし、除袋直後は、菌床表面に分解水が付着しているので洗い流す必要がある。2回目以降の発生操作は、主に菌床を浸水することによって行う。

浸水処理には、前回の子実体発生で乾燥してしまった菌床に水分を補う意味と、冷水の刺激により子実体発生を促す意味がある。浸水処理の時間は自然栽培の場合は16～24時間、施設栽培の場合は12～20時間とし、24時間を超えて処理してはならない（菌糸が窒息する原因となる）。発生の回数を重ねるごとに処理時間を長くする必要がある。浸水処理の時間は図-22を参考に、浸水後の菌床含水率が最適含水率（58%～60%）の範囲内となるように調整する。浸水処理は以下の点に注意し行う。

- ・ 浸水処理に使用する水の温度は20℃未満とする

- 浸水処理時間は、処理後の菌床の含水率が58%~60%となるようにする（図-21）
- 菌床に害菌被害が発生している場合は健全な菌床と同じ浸水槽で処理しない
- 浸水に使用する水は上水道水が望ましい

子実体発生中の菌床含水率は、最適含水率の範囲を超えて低下するが多い。理由は、子実体発生期間中は散水管理を行わないことから、菌床に蓄えられていた水分が、菌床表面からの蒸発や水分を吸収した子実体を収穫することで減少するためである。浸水処理することで、子実体の発生時に失った水を補給する。この浸水処理により、最適含水率よりやや多い水を吸収させ、その後の散水管理、子実体の発生に備える。

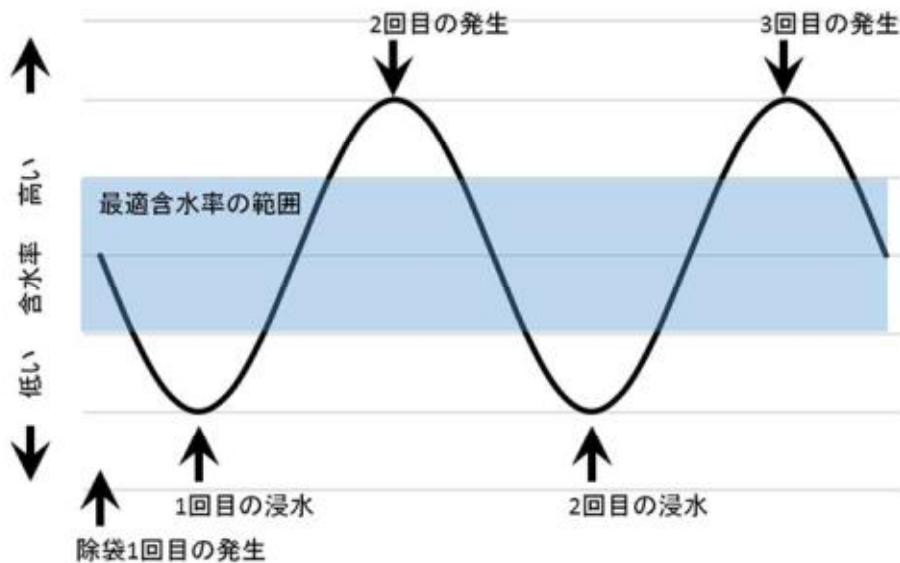


図-22. 浸水処理による菌床含水率の変化のイメージ図

16 散水管理

散水管理は、子実体が発生していない期間に菌床の過乾燥を防ぎ、菌床の追加分解を促す工程である。ただし、子実体の発生中は散水を停止する。子実体に散水した場合、子実体の含水率が高くなり、店頭での腐敗が早くなる。

散水管理は、子実体の収穫完了直後からはじめ、次の浸水までの菌床休養期間と、浸水直後から子実体発生までの期間に行う。散水管理にはスプリンクラー（図-23）を設置し、ミスト状の散水が適している。散水の回数と時間は、散水タイマーなどを設置し1日あたり4回程度、1回当たり3分程度とする（ここに示した散水回数と時間は代表的な数字であり、生産者個別の環境に合わせて増減する必要がある）。



図-23. スプリンクラーの設置例

17 子実体の間引き

多めに発生した子実体は、間引きにより芽数を調整することが望ましい。芽数は、Lクラスを主体に収穫したい場合は20個程度、Mクラスを主体に収穫したい場合は30個程度にする。間引きのタイミングは子実体が1~2センチ程度に生育した頃がよい。芽数の調整後に発生してくる子実体は小さいうちに除く（森産業 2007）。

18 子実体の収穫方法

収穫適期を迎えた子実体の写真を図-24に示した。子実体の収穫は柄から傘が離れていない状態から、傘が離れヒダが少し見える状態までの時期に行う。傘が開ききった子実体は、店頭での棚持ちが悪くなる。子実体の収穫にはハサミを使い、しいたけの柄の最下部（菌床の際、根元）から切り取る。このとき、菌床にしいたけの柄が残らないように注意する。残った柄は害菌の侵入門戸となる。

手でもぎるようには収穫しない。手でもぎるように収穫すると、菌床に穴が空き、害菌の侵入門戸となる。



図-24. 収穫適期のしいたけ子実体

19 子実体の発生回数と発生量の関係

子実体の発生量は1回目が最も多く、回数を重ねるごとに減少する。発生室の利用期間あたりの収穫量を最大化させるため発生回数は2~3回までとする。

図-24に5年分の収穫データを示した。いずれの年も、種菌は森XR1号を使用した。実線は累積の収穫割合を、破線は1回目の発生のパークに接地させ、破線を徐々に寝かせ何回目の発生のパークに接しているのかを示す。図-25から、破線は2~3回目の発生のパークに接していることがわかる。よって発生室の利用期間あたりの収穫量を最大化するためには3回程度までにとどめておくことが望ましい。また、初回にしいたけが集中発生した場合は、収穫回数は2回までにとどめておくことが望ましい。収穫量は発生回数を重ねるごとに減少することから、回数を重ねるよりは新しい菌床に入れ替えたほうが、発生室あたりの総収穫量を最大化することができる。

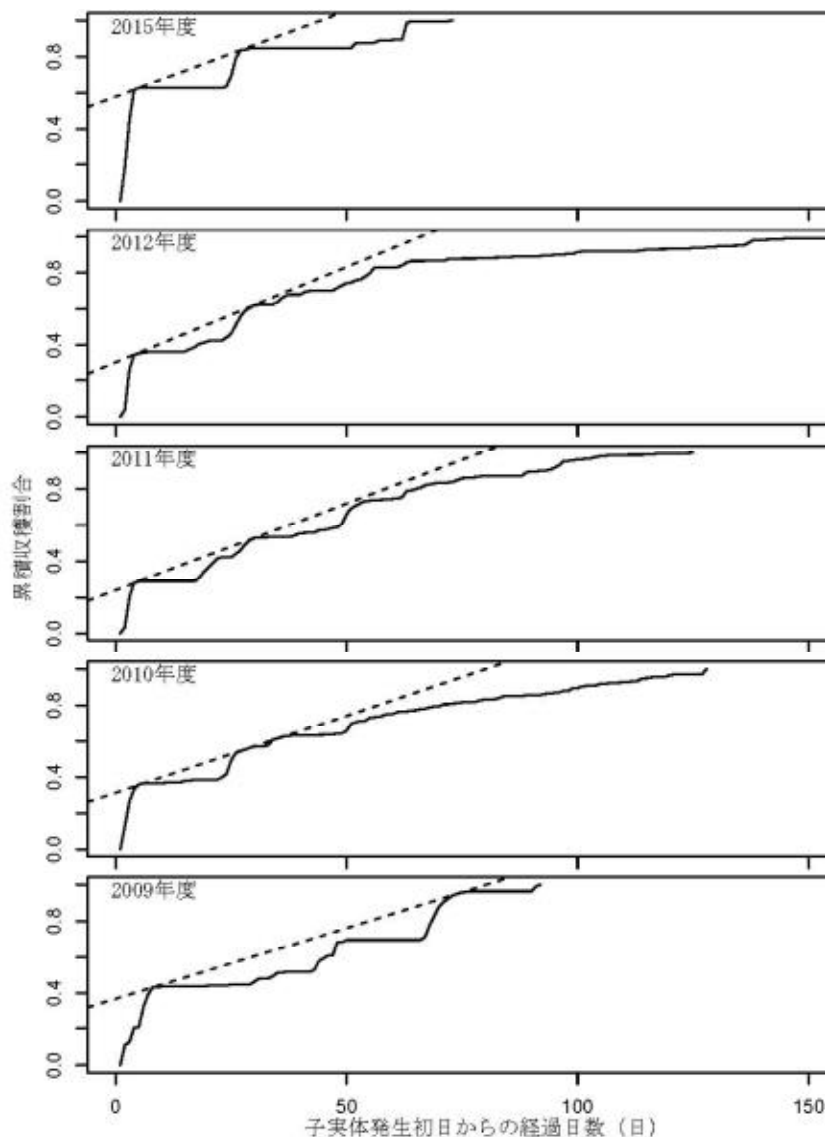


図-25. 子実体発生初日からの経過日数と累積収穫割合¹⁰⁾

20 廃菌床の処理方法

しいたけ菌床からのしいたけの発生・収穫は、散水管理、浸水作業を経て最大5回程度可能である。しかし、発生回数を重ねるごとに収穫量は減少する。新しい菌床に入れ替えることにより施設の単位面積当たりの収穫量を増加させることができる。つまり、まだしいたけが発生する能力を持った菌床を廃棄することになる。野外に放置したままの菌床からは降雨後、少量のしいたけが発生する。発生した子実体は収穫しない限り、腐敗し害虫類の温床となる。

特に、ハエ類はダニ類を体に付着させ媒介し、ダニ類はトリコデルマ類を媒介する。このように、ハエ類の繁殖は、ダニを経てトリコデルマ類の施設内への侵入リスクを高める(岡部 2006)。

よって、廃菌床は堆肥化等により適切に処理する必要がある。廃菌床の利用方法として、菌床しいたけの培地への再利用も可能であることが報告されている(伊藤 2016)。

第3章 施設及び機器の清掃

1 攪拌機の清掃

攪拌機は、おが粉、フスマ、水を混合し菌床の原料となる培地を作製する機器。培地調整後は、培地カスの清掃をする。攪拌機の清掃は水洗いのみで問題ない。

2 袋詰機の清掃

袋詰機は、攪拌機によって均一に調整された培地を栽培袋に詰め、形成する機器である。袋詰め作業終了後は、培地カスの清掃をする。袋詰機の清掃はブラシ等を使った清掃とする。

攪拌機と袋詰機は滅菌前の工程であるため、清掃にエタノール等の消毒剤を使用する必要はない。

袋への培地詰め量は、培養期間に直接影響するため、袋詰機の設定値と出来上がった菌床重量が一致しているか定期的に確認すること。ズレがある場合には調整・動作確認を行う。

3 滅菌釜の清掃

滅菌釜は、作製した菌床を高温の蒸気により滅菌する機器である。釜（菌床を入れ滅菌する部分）とボイラーにより構成される。釜は頻繁に菌床の出し入れがあるため、釜内には培地カスなどがたまりやすい。菌床の搬入前に釜内の掃き掃除が必要である。滅菌釜は接種室（植菌室）とつながっているため、菌床搬入前に清掃する。

4 準備室の清掃

準備室は、施設外と培養上重要な施設との境界に位置する部屋である。準備室には、必要最小限の什器類のみを備え付けることとする。また、殺菌灯も設置し、こまめに清掃すると共に定期的に消毒用エタノールで清掃する。

5 放冷室の清掃

放冷室は、滅菌完了後の培地を冷却する部屋で、接種室（植菌室）と同様に最も清浄度を高める必要がある。滅菌が完了した菌床が冷却する際に菌床内部へ空気が流入することで、害菌汚染が発生しやすい。よって、冷却室へ滅菌済み菌床を搬入する前に、放冷室全体を消毒用エタノールで滅菌する必要がある。また、放冷が完了し菌床を接種室（植菌室）へ移動させた後は、培地カス等が残らないように十分に清掃する。

6 接種室（植菌室）の清掃

接種室（植菌室）は、滅菌・放冷が完了した培地にしいたけ種菌を接種（植菌）する部屋で、最も清浄度を高める必要がある。使用前に、室内を消毒用エタノールで滅菌する。

7 接種機（植菌機）の清掃

消毒用エタノールで滅菌する。接種作業終了後は、種菌カスを徹底して清掃し、接種機（植菌機）についても分解清掃する。清掃には消毒用エタノールを使用する。

8 培養室の清掃

培養室は、接種（植菌）終了後の培地を培養する部屋で、定期的な清掃が必要である。施設の清掃には、害菌汚染が多発しない限り消毒用エタノールを使用する必要はなく、水を使った清掃で十分である。培養室の壁を水でぬらしたモップ等で拭うように清掃する。床面は、水で洗い流すようにして清掃する。

9 発生室の清掃

発生室は、しいたけを発生させるための部屋で、除袋直後の菌床を搬入したり、浸水作業が完了した菌床を搬入したりすることで汚れがたまりやすい。また、収穫時に菌床の一部や子実体の一部が床に落下する。残渣を放置すると害菌の汚染源になるためこまめに清掃する必要がある。清掃には消毒用エタノールを使用する必要はなく、水を使った清掃で十分である。

10 発生ハウスの清掃

発生ハウスは、しいたけを発生させるための簡易施設で、発生室と同様の理由で汚れがたまりやすい。特にしいたけ収穫時に発生する菌床クズや、しいたけの一部を放置すると害菌や害虫の発生源となるため、適宜除去する。

表-6. 施設別に必要となる清掃の種類と頻度の目安

施設の種類	清掃の種類			
	残渣の除去	掃き掃除	水洗/水拭	エタノール洗浄
1 攪拌機	-	-	毎回	-
2 袋詰機	-	-	毎回	-
3 滅菌釜	毎回	毎回	-	-
4 放冷室	毎回	毎回	-	毎回
5 接種室（植菌室）	毎回	毎回	-	毎回
6 接種機（植菌機）	-	-	毎回	毎回
7 培養室	菌床入替え時	菌床入替え時	菌床入替え時	必要に応じて
8 発生室	日常的に実施	-	菌床入替え時	-
9 発生ハウス	日常的に実施	-	菌床入替え時	-

