

施設転用による菌床シイタケの効率的栽培法の開発

片桐一弘・竹内嘉江*・鈴木良一・高木茂*・小坂信行*・増野和彦

施設転用による菌床シイタケ栽培上の技術的問題点を解明し、菌床シイタケの効率的栽培法を明らかにするために各種栽培試験を行い、次のような結果を得た。施設の特性に合わせて品種を使い分けることの有効性が示された。他品目の栽培施設を転用し菌床シイタケを栽培する場合は、シイタケの特性を考慮した発生管理が必要と考えられた。また、培地含水率を適正に保つための水分管理が収量向上のために重要であることが分かった。トウモロコシ系栄養材を添加すると、フスマ・米ヌカを主体とした栄養材添加と比べると発生個数が多くなり個重が軽くなった。

以上の試験結果及び既往の試験例等¹⁻³⁾を基に、施設転用し菌床シイタケを効率的に栽培するための「チェックリスト」を作成した。

キーワード：菌床シイタケ，培養温度，品種，発生環境，水分管理

1 緒言

昨今のきのこ価格の低迷により、生産現場では他品目の栽培から施設転用し、価格の高い菌床シイタケ栽培を開始する事例が増えている。しかし、目標収量が得られず、当初の計画通り経営が展開できないことが多い。そこで本研究では、このような原因となっている技術的問題点を解明し、施設転用による菌床シイタケの効率的栽培法を明らかにすることを目的とする。なお、本研究は県単課題（平成20～24年度）として実施したものである。

2 培養温度別栽培試験

2.1 試験の目的

施設転用した場合、元々栽培していた品目に適した環境が菌床シイタケ栽培に何らかの影響を与える可能性がある。そこで、他品目に適した培養環境で培養した菌床シイタケの発生状況を調査し、培養温度・品種の違いによる子実体の発生特性を検討した。

2.2 試験の方法

エノキタケを想定した培養温度18℃と、ブナシメジを想定した培養温度22℃でそれぞれ別々に3カ月間培養した袋培地を発生（破袋）処理した後、シイタケを想定した条件で発生管理を行い、収穫調査を130日間行った。

培地組成及び作成方法は次のとおり。ブナオガコとフスマを容積比で10:2に混合し、含水率調整した培地をポリプロピレン製の袋に1.2kg充填し、中央に2箇所接種孔をあけた。高圧殺菌釜により培地を殺菌した。培地を冷却した後、オガコ種菌を培地上面全体にいきわたるように接種した。種

菌の品種は北研600号（以下「H600」という。）と北研607号（以下「H607」という。）を使用した。

2.3 結果と考察

試験結果を表-1に示した。H600の発生量（生重）は18℃培養が1培地当たり平均（以下「平均」という。）220.5g、22℃培養が平均224.3gであり、培養温度の違いによる発生量の差は僅かであった。H607の発生量（生重）は18℃培養の平均158.9gに対して22℃培養が平均183.6gと多かった。

これらの結果から、培養温度の適応範囲の品種間差が大きいことが分かった。また、転用した施設で菌床シイタケを栽培する場合、施設の特性に合わせて品種を使い分けることの有効性が示された。

表-1 培養温度別栽培試験結果

品種	培養温度(℃)	発生量(1培地当たり平均値)			供試数(袋)
		個数(個)	生重(g)	個重(g)	
H600	18	14.3	220.5	15.4	15
	22	16.3	224.3	13.8	15
H607	18	8.7	158.9	18.3	13
	22	10.7	183.6	17.2	11

3 子実体発生環境別栽培試験

3.1 試験の目的

他品目の子実体発生に適した環境に置かれた場合の菌床シイタケの発生状況と、菌床シイタケに適した発生環境に戻した場合の発生状況を調査し、発生環境・品種の違いによる子実体の発生特性を検討した。

*元長野県林業総合センター特産部

3.2 試験の方法

空調施設内において 20℃で3カ月間培養した培地を発生（破袋）処理した後、エノキタケ・ナメコ・シイタケを想定した発生条件下（表-2）にそれぞれ別々に置いて、収穫調査を55日間行った。その後、56日目に全ての培地を浸水処理し、以降はシイタケを想定した条件下で発生管理を行い、さらに収穫調査を69日間行った。培地組成等は2.2と同様である。

表-2 想定品目別発生条件

発生室	室温(℃)	水分(加湿)管理の方法
エノキタケ	12	1時間に15分ずつ超音波加湿機により加湿。
ナメコ	14	超音波加湿機により常時室内の空中湿度を飽和状態に保つ。
シイタケ	18	菌床へ1日1回以上の散水。

3.3 結果と考察

試験結果を表-3及び図-1, 2に示した。H600・H607共に、浸水処理前はナメコを想定した14℃及びシイタケを想定した18℃での発生量（生重）が多く、エノキタケを想定した12℃では少なかった。浸水処理後はエノキタケを想定した12℃及びナメコを想定した14℃で発生量が多かった。特にH607のエノキタケを想定した12℃では浸水処理前より発生量が増加していた。総量については、ナメコを想定した14℃及びシイタケを想定した18℃での発生量が多く、エノキタケを想定した12℃では少なかった。

以上の結果から、エノキタケ栽培施設で菌床シイタケを栽培する場合は、シイタケの特性を考慮してエノキタケ栽培よりも発生室の温度を上げる管理が必要と考えられた。

表-3 発生環境別栽培試験結果（1培地当たり平均値）

品種	発生室温度(℃)	浸水前発生			浸水後発生			総量			供試数(袋)
		個数(個)	生重(g)	個重(g)	個数(個)	生重(g)	個重(g)	個数(個)	生重(g)	個重(g)	
H600	12	8.1	132.0	16.3	6.4	93.1	14.5	14.5	225.1	15.5	9
	14	17.0	263.7	15.5	4.4	82.5	18.7	21.4	346.2	16.2	11
	18	16.2	234.4	14.5	4.9	58.1	11.9	21.1	292.5	13.9	11
H607	12	4.2	101.0	24.0	6.3	137.5	21.8	10.5	238.5	22.7	9
	14	6.9	170.6	24.7	5.5	141.8	25.8	12.4	312.4	25.2	9
	18	9.4	240.9	25.6	8.0	87.3	10.9	17.4	328.2	18.9	10

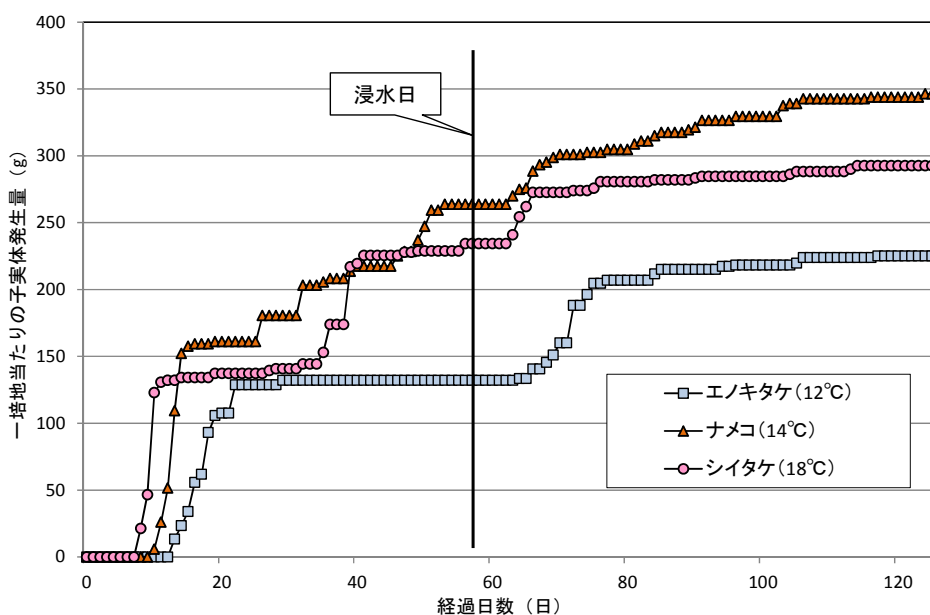


図-1 発生環境別子実体の発生経過（品種 H600）

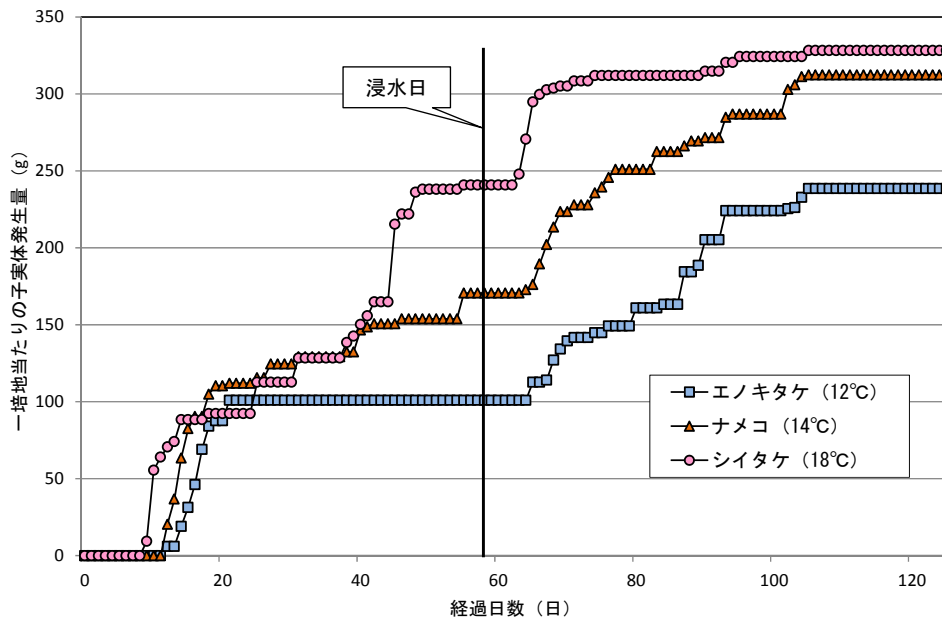


図-2 発生環境別子実体の発生経過 (品種 H607)

4 転用施設での栽培試験

4.1 試験の目的

実際に転用した施設において、栽培管理上の課題を検討するために、栽培環境調査及び発生比較試験を実施した。

4.2 栽培環境調査

4.2.1 調査の方法

北信地方のナメコ栽培を行っていた施設を転用した菌床シイタケ生産施設（以下「生産者施設」という。）と当所施設で、培養から収穫期間における室温・培地温度の推移、水分管理、光・ガス環境、害菌密度の比較調査を行った。

4.2.2 結果と考察

調査結果を表-4 に示した。生産者施設では、平均室内照度 330lux. (当所比 62%) で、照明の陰になっている棚部分では暗く発生にムラがみられた。CO₂ 濃度は 0.65%(当所比 163%) で室内空気循環が良好ではなかった。落下害菌密度は 247 個/100cm²(当所比 35 倍) とトリコデルマ・ペニシリウム等の汚染を受けている培地数が非常に多かった。廃棄前培地含水率は 58%(当所比 88%) と低く、発生収穫中の水分管理が適切でないことが分かった。総合的にみて発生室が適正環境にないことが確認された。なお、培養から収穫期間における室温・培地温度については、2 か所で大きな差は認められなかった。

表-4 栽培環境調査の結果

項目	生産者施設	当所
室内照度 (Lux.)	330	530
発生室CO ₂ 濃度 (%)	0.65	0.40
落下害菌密度 (個/100cm ²)	247	7
廃棄前培地含水率 (%)	58	66

4.3 発生比較試験

4.3.1 試験の方法

当所で作成した 1.4kg の袋培地 2 種類【A 培地組成】広葉樹オガコ:ナバチップ:フスマ:米ヌカ=5:5:1:0.8(容積比)【B 培地組成】広葉樹オガコ:ナバチップ:フスマ:コーンヌカ=3:5:1:0.8(容積比)【使用種菌品種】H600 を、生産者施設と当所の 2 か所で培養し、その後各々の施設で散水管理をして発生特性を調査した。

4.3.2 結果と考察

試験結果を表-5、図-3 に示した。当所では 5~7 か月収穫 (A 培地組成 208 日間、B 培地組成 146 日間) できたが、生産者施設では害菌汚染により収穫期間が 45 日間と著しく短く、収量も少なかった。菌床シイタケ栽培では培地を露出してかつ長期間の発生となるため、培地が乾燥しやすい³⁾。そのため、頻繁に散水管理を行い培地の水分保持と害菌繁殖防止に努め、収穫期間を長くすることが収量を向上させるために重要であることが分か

った。

A 培地組成では発生個数が少なく個重が重くなる傾向がみられ、B 培地組成では発生個数が多く個重が軽くなる傾向がみられた。B 培地組成で

はトウモロコシ系栄養材を添加したが、フスマ・米ヌカを主体とした栄養材添加と比べると発生個数が多くなり個重が軽くなった。

表-5 発生比較試験の結果 (1 培地当たり平均値, n=50)

区 分		発 生 量			
		個数(個)	生量(g)	個重(g)	収穫期間(日間)
A 組成	当所	29.1	466	16.0	208
	生産者	20.5	252	12.3	45
B 組成	当所	91.1	565	6.2	146
	生産者	37.8	360	9.5	45

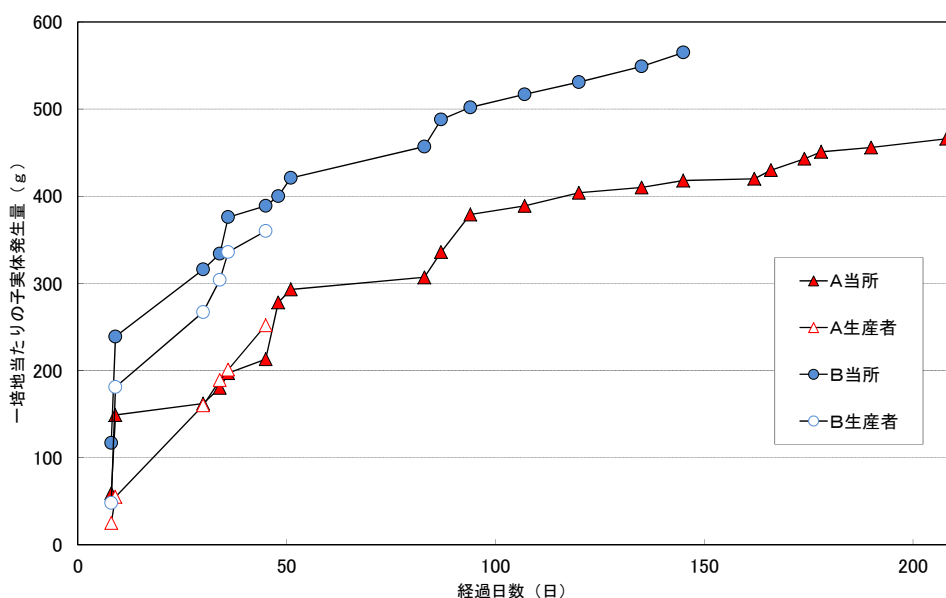


図-3 発生比較試験の発生経過

5 結言

施設転用による菌床シイタケ栽培上の技術的問題点を解明し、菌床シイタケの効率的栽培法を明らかにするために、各種栽培試験を行い、次のような結果を得た。施設特性に合わせて品種を使い分けることの有効性が示された。エノキタケ栽培から施設転用する場合、シイタケの特性を考慮してエノキタケ栽培よりも発生室の温度を上げる管理が必要と考えられた。また、頻繁に散水管理を行い培地の水分保持と害菌繁殖防止に努め、収穫期間を長くすることが収量を向上させるために重要であることが分かった。トウモロコシ系栄養材を添加すると、フスマ・米ヌカを主体とした栄養材添加と比べると発生個数が多くなり個重が軽くなった。

以上の試験結果及び既往の試験例等¹⁻³⁾を基に、

施設転用し菌床シイタケを効率的に栽培するための栽培技術・管理方法を「チェックリスト」(※文末に記載)として整理した。

菌床シイタケはエノキタケ・ブナシメジなど他のビン栽培きのこと違い、袋容器を使った栽培方法のため、手作業が多く、栽培の効率化・機械化が遅れている。今後は菌床シイタケ栽培においても、他のビン栽培きのこと同様に、ビン栽培技術を開発することが課題と考えられる。

6 謝辞

転用施設での栽培試験にご協力いただいた生産者及び林業普及指導員の皆様に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 小出博志・竹内嘉江(1994), シイタケの菌床栽培技術の開発－菌床栽培実用化試験－, 長野県林業総合センター研究報告第8号, 35-61
- 2) 長野県・長野県農業協同組合中央会・全国農業協同組合連合会長野県本部・長野県森林組合連合会(2010), きのこと栽培指標, 11-93, 119-137
- 3) 小出博志(1992), 菌床シイタケの栽培技術(菌床シイタケの栽培と経営, 古川久彦編著, 全国林業改良普及協会), 33-94

【チェックリスト①】エノキタケから菌床シイタケ栽培へ施設転用する場合

作業工程	取組事項	チェック項目	チェック <input checked="" type="checkbox"/>	シイタケ栽培の特徴など(エノキタケ栽培との違い)
培地調製	広葉樹オガコの使用	広葉樹オガコを使用している。		・シイタケ菌は広葉樹オガコの成分を分解し栄養を吸収する。 ・ブナ・コナラ等樹種の適応範囲は広い。 ・針葉樹オガコを混ぜる場合は20～30%以内にする。 ・コーンコブは広葉樹オガコに劣ることが分かっている。
	栄養材の適正使用	コメヌカ・一般フスマ・コーンブラン・メーカー調整品などを適正量使用している。(通常容積比 オガコ:栄養材=10:1～2程度)		・エノキタケよりも栄養材の使用量は少ない。 ・最適配合割合は品種や栽培方法によって微妙に異なるので、個々に検討すること。 ・トウモロコシ系栄養材を添加すると、フスマ・米ヌカを主体とした栄養材と比べ、発生個数が多くなり個重が軽くなる。
	水分量の調整	含水率65%程度		・エノキタケとほぼ同じ含水率である。
培地の詰込み	栽培容器	袋を使用している。		・菌床シイタケは培養後培地を容器から抜き出す必要があり、袋が一般的に使用されている。
	詰込み方法	培地を袋に詰めてから上面を強く圧縮する。上面積に応じて1から数個の接種孔をあけている。 袋に傷がつかないようにしている。		・袋培地は素材が弱いいため傷つきやすく、わずかな傷からも害菌が侵入するので取扱いは丁寧に行うこと。
殺菌・冷却	確実に殺菌を行う	殺菌ムラにならないよう殺菌工程に注意する。		・培地を大型化した場合に殺菌ムラが生じやすいことから注意が必要。
接種	無菌的作業の徹底	清潔な衣服・帽子・マスクを着用し、手指をきれいに洗う。		
培養	培養温度	20℃程度で培養している。		・エノキタケの培養温度(15℃)より高い。 【培養中に原基形成】 シイタケ菌の特徴として、培養が進んでくると培地表面近くに原基が形成される。この原基形成に適した温度が20℃である。
	湿度	70～75%である。		・エノキタケと同程度である。
	培養期間	培養日数(90～120日程度)はとれている。		・エノキタケ(30日)よりはるかに長い。
発生管理	破袋作業	袋を破き培地を抜き出している。		・袋の上面だけ培地を出す方法もある(上面栽培)。
	発生温度	温度は10～14℃である。		・エノキタケの生育温度(3～8℃)より高い。
	休養温度	休養期の温度は20℃である。		・エノキタケに休養期はない。
	乾燥防止(水分管理)	培地を乾燥させないために、浸水又は散水による水分管理をしている。		・菌床シイタケは培地が裸出しているかつ収穫期間が長いいため、培地が乾燥してしまう。培地含水率が50%を割ると子実体が発生しないので、水分を供給する必要がある(散水方式・浸水方式)。
収穫	適切な収穫方法	ステンレス製のハサミを使っている。 切り残しの柄は培地表面まで切り詰める。		・切り口が変色しないようにステンレス製のハサミを使用するとよい。 ・切り残しの柄や生育不良の芽はトリコデルマや細菌による汚染が発生することから、こまめに除去する。
	雑菌等の除去	タワシで水洗いしたり、シャワーで洗い流す管理を行なっている。		・培地表面が凸状に膨らむ現象が良く見られ、ここが乾燥しアオカビ等が繁殖しやすいことから水で洗い流す。

【チェックリスト②】ブナシメジから菌床シイタケ栽培へ施設転用する場合

作業工程	取組事項	チェック項目	チェック <input checked="" type="checkbox"/>	シイタケ栽培の特徴など(ブナシメジ栽培との違い)
培地調製	広葉樹オガコの使用	広葉樹オガコを使用している。		・シイタケ菌は <u>広葉樹オガコの成分を分解し栄養を吸収する。</u> ・ブナ・コナラ等樹種の適応範囲は広い。 ・針葉樹オガコを混ぜる場合は20～30%以内にする。 ・コーンコブは広葉樹オガコに劣ることが分かっている。
	栄養材の適正使用	コメヌカ・一般フスマ・コーンブラン・メーカー調整品などを適正量使用している。(通常容積比 オガコ:栄養材=10:1～2程度)		・ブナシメジよりも栄養材の使用量は少ない。 ・最適配合割合は品種や栽培方法によって微妙に異なるので、個々に検討すること。 ・トウモロコシ系栄養材を添加すると、フスマ・米ヌカを主体とした栄養材と比べ、発生個数が多くなり個重が軽くなる。
	水分量の調整	含水率65%程度		・ブナシメジとほぼ同じ含水率である。
培地の詰込み	栽培容器	袋を使用している。		・菌床シイタケは培養後培地を容器から抜き出す必要があり、袋が一般的に使用されている。
	詰込み方法	培地を袋に詰めてから上面を強く圧縮する。上面積に応じて1から数個の接種孔をあけている。 袋に傷がつかないようにしている。		・袋培地は素材が弱いので傷つきやすく、わずかな傷からも害菌が侵入するので取扱いは丁寧に行うこと。
殺菌・冷却	確実に殺菌を行う	殺菌ムラにならないよう殺菌工程に注意する。		・培地を大型化した場合に殺菌ムラが生じやすいことから注意が必要。
接種	無菌的作業の徹底	清潔な衣服・帽子・マスクを着用し、手指をきれいに洗う。		
培養	培養温度	20℃程度で培養している。		・ブナシメジの培養温度(21～23℃)よりやや低い。 【培養中に原基形成】 シイタケ菌の特徴として、培養が進んでくると培地表面近くに原基が形成される。この原基形成に適した温度が20℃である。
	湿度	70～75%である。		・ブナシメジ(65%)と比べやや高い。
	培養期間	培養日数(90～120日程度)はとれている。		・ブナシメジ(80～100日)よりやや長い。
発生管理	破袋作業	袋を破き培地を抜き出している。		・袋の上面だけ培地を出す方法もある(上面栽培)。
	発生温度	温度は10～14℃である。		・ブナシメジの生育温度(14～15℃)と同じ若しくはやや低い。
	休養温度	休養期の温度は20℃である。		・ブナシメジに休養期はない。
	乾燥防止(水分管理)	培地を乾燥させないために、浸水又は散水による水分管理をしている。		・菌床シイタケは培地が裸出しているか収穫期間が長いので、培地が乾燥してしまう。培地含水率が50%を割ると子実体が発生しないので、水分を供給する必要がある(散水方式・浸水方式)。
収穫	適切な収穫方法	ステンレス製のハサミを使っている。 切り残しの柄は培地表面まで切り詰める。		・切り口が変色しないようにステンレス製のハサミを使用するとよい。 ・切り残しの柄や生育不良の芽はトリコデルマや細菌による汚染が発生することから、こまめに除去する。
	雑菌等の除去	タワシで水洗いしたり、シャワーで洗い流す管理を行なっている。		・培地表面が凸状に膨らむ現象が良く見られ、ここが乾燥しアオカビ等が繁殖しやすいことから水で洗い流す。

【チェックリスト③】 ナメコから菌床シイタケ栽培へ施設転用する場合

作業工程	取組事項	チェック項目	チェック ☑	シイタケ栽培の特徴など(ナメコ栽培との違い)
培地調製	広葉樹オガコの 使用	広葉樹オガコを使用している。		・シイタケ菌は広葉樹オガコの成分を分解し栄養を吸収する。(ナメコも同様) ・ブナ・コナラ等樹種の適応範囲は広い。 ・針葉樹オガコを混ぜる場合は20~30%以内にする。 ・コーンコブは広葉樹オガコに劣ることが分かっている。
	栄養材の適正 使用	コメヌカ・一般フスマ・コーンブラン・メーカー調整品などを適正量使用している。(通常容積比 オガコ:栄養材=10:1~2程度)		・オガコと栄養材の配合比はナメコと同程度。 ・最適配合割合は品種や栽培方法によって微妙に異なるので、個々に検討すること。 ・トウモロコシ系栄養材を添加すると、フスマ・米ヌカを主体とした栄養材と比べ、発生個数が多くなり個重が軽くなる。
	水分量の調整	含水率65%程度		・ナメコ(65~70%)とほぼ同じ含水率である。
培地の 詰込み	栽培容器	袋を使用している。		・菌床シイタケは培養後培地を容器から抜き出す必要があり、袋が一般的に使用されている。
	詰め込み方法	培地を袋に詰めてから上面を強く圧縮する。上面積に応じて1から数個の接種孔をあけている。 袋に傷がつかないようにしている。		・袋培地は素材が弱いため傷つきやすく、わずかな傷からも害菌が侵入するので取扱いは丁寧に行うこと。
殺菌・ 冷却	確実に殺菌を行う	殺菌ムラにならないよう殺菌工程に注意する。		・培地を大型化した場合に殺菌ムラが生じやすいことから注意が必要。
接種	無菌的作業の 徹底	清潔な衣服・帽子・マスクを着用し、手指をきれいに洗う。		
培養	培養温度	20℃程度で培養している。		・ナメコの培養温度(18~20℃)とほぼ同じ。 【培養中に原基形成】 シイタケ菌の特徴として、培養が進んでくると培地表面近くに原基が形成される。この原基形成に適した温度が20℃である。
	湿度	70~75%である。		・ナメコ(60~70%)と同程度。
	培養期間	培養日数(90~120日程度)はとれている。		・ナメコ(60~70日)より長い。
発生管理	破袋作業	袋を破き培地を抜き出している。		・袋の上面だけ培地を出す方法もある(上面栽培)。
	発生温度	温度は10~14℃である。		・ナメコの生育温度(10~15℃)と同程度。
	休養温度	休養期の温度は20℃である。		・ナメコと同じ。
	乾燥防止 (水分管理)	培地を乾燥させないために、浸水又は散水による水分管理をしている。		・菌床シイタケは培地が裸出しているかつ収穫期間が長いので、培地が乾燥してしまう。培地含水率が50%を割ると子実体が発生しないので、水分を供給する必要がある(散水方式・浸水方式)。
収穫	適切な収穫方法	ステンレス製のハサミを使っている。 切り残しの柄は培地表面まで切り詰める。		・切り口が変色しないようにステンレス製のハサミを使用するとよい。 ・切り残しの柄や生育不良の芽はトリコデルマや細菌による汚染が発生することから、こまめに除去する。
	雑菌等の除去	タワシで水洗いしたり、シャワーで洗い流す管理を行なっている。		・培地表面が凸状に膨らむ現象が良く見られ、ここが乾燥しアオカビ等が繁殖しやすいことから水で洗い流す。