

# 菌根性きのこの感染苗生産マニュアル（初版）

2022年7月

岡山県農林水産総合センター  
森 林 研 究 所

# 目 次

はじめに・菌根性きのこのコンテナ感染苗育成スケジュール

1	コンテナ感染苗の育成	
(1)	コンテナ容器	1
(2)	培養土	2
(3)	培養土の充填方法	2
(4)	種子の確保	3
(5)	播種	4
(6)	育成	4
2	接種用種菌の培養	
(1)	元種菌の培養	6
(2)	接種用種菌の培養	7
(3)	接種の準備	8
3	接種方法	9
4	コンテナ感染苗の育成	10
5	林地への植栽	11
6	環境整備	12
7	防護柵の設置	13
8	菌根性きのこの発生	14
9	おわりに	14
	参考文献	16
	用語解説	17

## はじめに

岡山県内では、地域の特産品としてマツタケやホンシメジをはじめ、アマタケやコウタケなどのきのこが好まれ、珍重されてきました。これらは、樹木と共生する菌根性きのことして知られており、以前から、栽培が試みられてきました。このマニュアルでは、そうした試みの成果を取りまとめ、広葉樹のコンテナ苗木を利用した菌根性きのこの栽培方法として、なるべく多くの方にご理解いただけるように、感染苗木の育成法を中心に記述しました。

本書が、森林の活用に寄与することを期待し、ここに発行いたします。

菌根性きのこのコンテナ感染苗育成スケジュール														
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考	
コンテナ感染苗の育成には、準備期間を含めると、約3年間を要します。 また、林地の環境整備を実施する必要があります。  ※ コンテナ感染苗が、林地に活着し、きのこの菌糸が周囲の樹木の根に感染すると、最短で2年を経過した頃から、きのこの発生が始まります。	1年目			林地の環境整備					コンテナ・培用土準備		種子採取・播種		コンテナ苗の育成	
		コンテナ苗の育成												
					林地の環境整備									
	2年目													
	3年目	種菌の準備・培養												
				接種・コンテナ感染苗の育成										
							林地植栽							

## 1 コンテナ感染苗の育成

岡山県内のマツタケ産地の一部では、これまで林地を利用したホンシメジの栽培が取り組まれてきましたが（藤原 2010, 木村 2020）、感染苗の育成が難しいことから、小規模の生産に止まっていました。しかし近年、コンテナ容器を利用した育苗法の普及が進み、植栽時期の拡大や、活着率の向上が見込まれるなど、その利点が広く認められるようになってきました（岡山県 2021）。そこで、これらの利点を、有用な菌根性きのこの感染苗に生かすべく、コンテナ容器を利用した感染苗の育成に取り組みました。

### （1）コンテナ容器

国内で流通している育苗用のコンテナ容器は、針葉樹育成用の JFA150、300（全国山林種苗協同組合連合会製、150cc、または 300cc、図-1）や、L15（LIECO 社製、311cc、390cc、図-2）等がありますが、いずれも感染苗の育苗に利用可能です。育苗のポイントとして、接種した菌根性きのこの種菌を、確実に感染させるために、あらかじめ苗木の細根を発達させることが重要です。特に、根鉢の表面になるべく多くの細根を露出させておくことが必要となります。ところが、コンテナの容量によって細根の露出状況は異なり、コンテナの容量が大きくなるに従い、細根が根鉢表面に露出するまでに長期間を要することが分かりました。このため、より短期間で感染苗を育成するには、容量の小さいコンテナ容器が有利と考えられます。



図一 1 JFA150 コンテナ (150cc)



図一 2 L15 コンテナ (311cc)

## (2) 培養土

感染苗の育成に用いる培養土は、苗木だけでなく、きのこ菌糸の育成も考慮する必要があります。コンテナ苗の培養土として一般的に使用されるココナッツ繊維は、塩分やタンニンを含む可能性があり、きのこ菌糸の感染が著しく阻害される場合がありますので御注意ください。また同様に、きのこ菌糸の成長に阻害性を示す強い酸性 (pH 4.0 以下) や、アルカリ性 (pH 8.0 以上) の性質を示す園芸土は避ける必要があります。現在のところ、赤玉土、鹿沼土、バーミキュライトなどの基本的な園芸土については、きのこ菌糸への阻害性が無いことを確認しており、例えば、赤玉土と鹿沼土を、半分ずつ混合して使用できます。

## (3) 培養土の充填方法

培養土は、あらかじめそれぞれの園芸土を混合後 (図一 3)、水道水を少しずつ添加し、やや湿った状態でコンテナ容器のキャビティ (孔) に充填すると (図一 4)、作業性が上がります。加えて、コンテナ容器を時々揺すりながら、キャビティに培養土を充填すると、均一に充填することが可能です。



図-3 培養土の調合



図-4 培養土の充填(L15、コンテナ 311cc)

#### (4) 種子の確保

県内で人気が高いきのことして、ホンシメジのほか、コウタケ等が挙げられます。このうちホンシメジは、アカマツと複数種のブナ科樹木を宿主とすることや(河合 2019)、コウタケが、アカマツとコナラの混交林に発生することが知られています(富川 2010)。県内に自生する広葉樹では、宿主としてコナラが該当します。その他、クヌギも入手しやすいため、感染苗の材料とすることができます。そこで、これらの感染苗を育成するために、まず、種子(堅果:どんぐり)の確保が必要になります。樹種や場所により、種子の落下時期は異なりますが、概ね9月下旬~10月下旬頃が採取適期となるので、この時期を逃さず、新鮮な種子を採取します。また、これらの種子は、地面に落下すると、すぐに発根する性質があるため、速やかに採取することをお勧めします。

採種した種子は、バケツなどで水選処理をします。水面に浮かんでくる軽い種子は、虫害を受けるなど発芽しない可能性が高いので廃棄し、水中に沈む重く、健全なもののみを使用します。

## (5) 播種

最初に、コンテナ容器に散水し、培養土全体に水分が行き渡るように、十分吸水させた後、キャビティに移植ごて等で植穴を空け、深さ2cm程度に、堅果を横に寝かした状態で埋め込みます(図-5)。その後、赤玉土や鹿沼土等(小粒)で覆土します。



図-5 堅果(どんぐり)の播種

## (6) 育成

コナラやクヌギなどのコンテナ苗は、架台を使用して空中にコンテナ容器を設置することにより、容器外への根の伸長を抑制できます(空中根切り処理)。架台は、例えば、コンクリートブロックと金属パイプを組み合わせるなど、様々な材料で設置することができます(図-6)。7~9月の夏期は、コンテナ容器の側面に直射日光が当たると、その部分のキャビティ内部が高温となり、細根の成長を妨げるばかりか、苗木の枯死を招きます。そのため、寒冷紗を設置するなど、

直射日光の遮断が必要です（図－7）。特にコンテナ育苗では、培養土容量が小さく乾燥しやすいため、定期的なかん水が重要です。なお、コンテナ容器の育苗では、冬期間、培養土が凍結しやすいため、コナラやクヌギの新根が壊死する可能性があります。対策として、冬期間は、コンテナ容器を架台から下ろし、寄せ固めて凍結を防ぐなどの工夫が必要です。

また、苗木の育成には、通常、施肥を行います。目的外の菌類の感染を予防するため、本マニュアルでは施肥を実施しないこととしています。施肥を行うと、肥料分を好む雑菌（キツネタケやコツブタケなど）が細根に感染し、根鉢に定着してしまうことがあります。この場合、種菌を接種しても感染が妨げられ、定着しませんので、施肥を控えてください。その一方で、無施肥の場合、コンテナ苗の成長は非常に悪くなりますが、そのまま苗木をご使用ください。栽培環境にもよりますが、殺菌剤や殺虫剤の散布は必要ありません。



図－6 コンクリートブロックと金属パイプで作成した架台





図－7 反射材で直射日光を防いだ例

## 2 接種用種菌の培養

接種用種菌の培養は、接種の器具や殺菌装置などの整備や、取り扱い者が、無菌操作に習熟する必要があります。そのため、あまり馴染みのない内容となりますが、参考のため、接種用種菌の培養法を記載しておきます。

広葉樹コンテナ苗に接種する種菌は、苗木と一緒に林内に埋設されるため、基材として、生分解性が高い脱脂綿と綿棒を使用します。これらの材料は、セルロースを主成分とするため、土壌中で微生物に分解されやすい特徴があります。また、様々なきのこ菌糸を感染させることが可能で、種菌としての適用性が高いのも理由です。

### (1) 元種菌の培養

最初に、種菌に接種する元種菌を培養します。あらかじめ保存している<sup>きんかぶ</sup>菌株を、培養に使用する1日前に冷蔵保管庫から出し、常温に戻しておきます。また、<sup>もとしゆ</sup>元種菌となる寒天培地は、以下の組成（表－1）で調整します。

これらを、前もって容器中の水道水に投入し、少しずつ調理器で加熱しながら溶解、混合しますが、溶解したら、フラスコ容器に、1/4容量程度まで入れてアルミホイルで蓋をします。その後、オートクレーブにより滅菌し（120℃、10分間）、クリーンベンチ等無菌環境の下で、滅菌シャーレに分注後、固化させます。その後、任意のきのこ菌糸を接種して、インキュベーター内で培養します。

表－1 寒天培地の組成

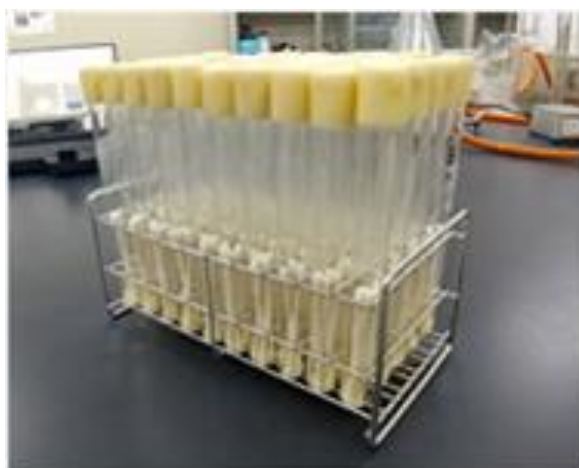
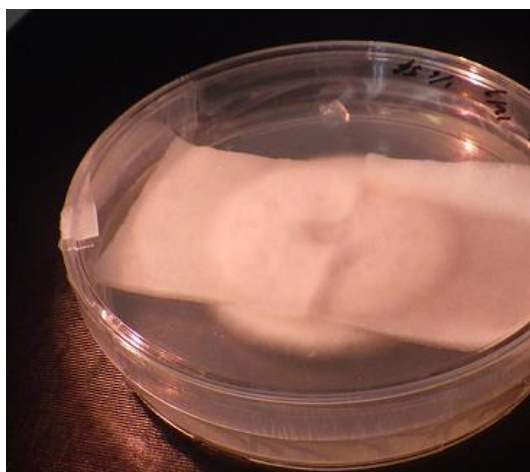
HYPONEX（粉剤）	0.5 g/l
イーストエキス	2.0 g/l
グルコース	10.0 g/l
寒天	15.0 g/l
水道水	1,000 ml

※ 水酸化カリウムで、pH 5.1 に調整

## （2）接種用種菌の培養

接種用の脱脂綿は、市販の応急手当用製品（大きさ 3 cm× 3 cm 程度）が接種基材として適しています。特にホンシメジは、脱脂綿上における菌糸の伸長が良好で、成長が早いため、比較的種菌の培養が容易です。また綿棒も、接種基材に利用することが可能です。これには様々な市販品がありますが、キトサン等の抗菌剤を含んでいない安価な製品が市販されていますので、これらを選んでください。脱脂綿を種菌とする場合、前述の寒天培地の組成（表－1）のうち、寒天を添加しない液体培地を作成して、脱脂綿に含浸させます。次に、脱脂綿をビーカ

一等の密閉容器に入れて、オートクレーブで滅菌します（120℃、15 分間）。綿棒の場合は、試験管などの容器に入れて滅菌することが可能です。培地の準備が整ったら、クリーンベンチ内で、前記（1）で培養した元種菌<sup>もとしゅきん</sup>を、脱脂綿や綿棒に接種後、気温 24℃の条件で1ヶ月ほど培養します（図－8、9）。



図－8 脱脂綿を基材とした種菌 図－9 綿棒を基材とした種菌

### （3）接種の準備（種菌の洗浄）

培養した種菌には、糖分などの栄養分が豊富に含まれており、これらがバクテリアや、カビ類など、きのこの菌糸の感染を阻害する害菌の感染源になります。このことから接種にあたり、あらかじめ培養した種菌を洗浄し、栄養分をできるだけ低減させておく必要があります。洗浄方法は、培養容器から取り出した種菌を洗面器に入れ、少しずつ水道水を入れ、3時間程度、種菌を流水に晒します。特に、種菌が容器から流出する場合は網に入れ、流水に沈めるようにします。

### 3 接種方法

接種は、3月下旬頃から4月中旬頃が適期です。菌糸の成長にとってこの期間は、適温に比べ、やや気温が低い時期ですが、種菌が凍結する可能性が低下するため安全です。徐々に気温が上昇することから、きのこの菌糸も成長できるようになります。この時期を逃すと、気温がさらに上昇し、バクテリアやカビなどの害菌が増殖しやすくなり、きのこの種菌が死滅する可能性が高まります。なお、温室内で感染苗を育成する場合に限り、2月下旬頃からの接種も可能です。

コンテナ苗根鉢への接種は、以下の手順により行います。まず、苗をコンテナ容器から引き抜きます。次に、根鉢表面を観察し、①細根に害菌の感染が無いこと、②細根の密度が高いことを確認した後（図－10）、洗浄した種菌を、細根の表面に張り付けます（図－11）。その後、根鉢を崩さないように注意し、苗をコンテナ容器に戻します。この作業を繰り返し、最終的に種菌を接種したコンテナ苗を育成します。



図－10 根鉢表面の確認



図－11 種菌の接種状況

#### 4 コンテナ感染苗の育成

接種した日から1か月程度経過すると、接種した種菌から、根鉢表面の細根に、菌糸が伸びて拡大する状況が確認できるようになります（図－12）。それまでの期間は、接種した種菌や、苗木の根鉢が乾燥しないよう、適宜、かん水を行いながら、コンテナ感染苗を育成します。この間、施肥を行うと、コツブタケなどの雑菌が発生することがある（図－13）ため、施肥は行いません。

これまでのところ、コナラやクヌギのコンテナ苗を対象に、4種類のきのこ（コウタケ、バカマツタケ、ホンシメジ、ヤマドリタケモドキ）の種菌を接種し、糸状菌の感染を確認しています（表－2、遺伝子判定は未確認。）



図－12 感染成功の例

（ホンシメジ菌糸の感染）



図－13 感染の失敗例

（コツブタケの発生）

表－２ コンテナ感染苗の接種結果

種名	樹種	接種数(本)	感染数(本)	感染率(%)
コウタケ	コナラ	17	0	0.0
	クヌギ	59	6	10.2
	小計	76	6	7.9
バカマツタケ	コナラ	17	3	17.6
	クヌギ	41	15	36.6
	小計	58	18	31.0
ホンシメジ	コナラ	64	33	51.6
	クヌギ	89	22	24.7
	小計	153	55	35.9
ヤマドリタケモドキ	コナラ	2	2	100.0
	クヌギ	18	8	44.4
	小計	20	10	50.0
合計		307	89	29.0

## 5 林地への植栽

林地ではかん水が難しく、コンテナ苗を植栽後、無降雨が続くと枯死してしまいます。そのためコンテナ苗の植栽は、6月上旬から中旬頃の、梅雨入り時期が適しています。需要の高いホンシメジは、県内では、アカマツ林、またはアカマツ・コナラ林で発生が確認されています。落葉の少なく、やや湿った場所が適地なので、直射日光が当たる乾燥しやすい場所や尾根部、過湿になりやすい谷部などを避けてください。これまでのところ、斜面で子実体の発生が確認されています。少し、地面を掘り返してみても、土壌中に樹木の細根が旺盛に広がっていることを確認し、感染苗を植栽してみてください。ホンシメジの菌糸が、感染苗の細根から周囲の広葉樹の細根に感染することにより、シロが形成されます。

## 6 環境整備

植物と同様に、きのこにも生育に適した環境があります。ホンシメジでは、経験的に落葉などの有機物の堆積は、シロの生育に不利であると考えられており、常に、有機物の堆積を防ぐなど発生地を環境を整える必要があります。アカマツ林では、マツノマダラカミキリによる被害が拡大する可能性があることから、枯死した樹木を伐採し、処分しなければなりません。感染苗を植栽した林地については、直射日光を避けながら、木漏れ日が差し込む程度の明るさになるよう、少しずつ除伐を繰り返しながら、調整します。一度に強度の伐採を行うと、急激に林内に日光が当たり、地表が急速に乾燥するため、きのこは発生しにくくなってしまいますので、十分に注意してください。

除伐の対象木については、中段伐り（1.2～1.5mの高さで伐採する）を行うと、枝が横方向に伸びるため、日陰が保たれるようになります（図-14、15）。

除伐の対象は、枯死したアカマツのほか、アセビ、ウルシ、ソヨゴ、ネジキなどの広葉樹です。これらの樹木から発生する落葉は、堆積した後、やがて腐葉土に変化し、害菌の発生源となってしまいますので、早めに伐採することをお勧めします。伐採した樹木は、きのこの発生の可能性の無い林外へ搬出します。なお、コナラは落葉性の広葉樹ですが、ホンシメジの宿主となる可能性があるため、残します。

この環境整備作業は、少しずつ継続することが重要で、ほぼ毎年の作業となります。



図-14 中段伐りの例1



図-15 中段伐りの例2

## 7 防護柵の設置

近年、コンテナ苗等植栽木が、獣害によって枯損する事例が多発していることから、防護柵の設置が必須となりつつあります。本マニュアルでは、コナラやクヌギを取り扱っていますが、これらは、ウサギやシカの被害を受けやすい傾向があります。そのため、感染苗の植栽地周辺には、防護柵を設置することが望ましいと考えられます。また、イノシシが出没する地域では、土壌の掘り起こし被害も見られることから、金属製など、強度の高い防護柵の設置（図-16、17）が必要となっています。



図-16 防護柵の設置1



図-17 防護柵の設置2



## 8 菌根性きのこの発生

林地に感染苗の菌糸が定着すれば成功です。これまでの林地試験の結果では、感染苗を植栽後、2、3年を経過した年の秋頃から、きのこの発生が始まっています（図－18）。一旦きのこの発生が始まると、環境が変化しない限り、10年以上発生することが見込まれます。



図－18 試験地で発生したホンシメジ

## 9 おわりに

本マニュアルでは、これまでの研究成果を基に、コンテナ容器を利用した食用きのこ感染苗の育成方法を御紹介しました。こうした感染苗の育成技術を提供することにより、さらに森林の利活用が進むことを期待しています。なお、種菌の作成については、当研究所での技術供与が可能ですので、御相談ください。感染苗の植栽適地についても、まだ検討の余地があるため、今後も検証を重ねながら、適切な情報提供を行っていきたいと考えています。

また、苗木の育成にあたり、多大な御協力をいただいた岡山県山林種苗協同組合の皆様には、感謝の意を表します。

本マニュアルは、単県課題「菌根性きのこのコンテナ感染苗育成技術の開発(2017～2019年度)」と、外部知見活用型・産学官連携研究事業「樹木デンプンによる菌根性きのこの人工培養(2019～2021年度)」により実施した結果に基づいて作成しました。

(参考文献)

藤原直哉 (2010) アカマツを利用した菌根性きのこの栽培. 岡山県農林水産森林  
研究所研究報告 26 : 29-43

藤原直哉 (2020) 菌根性きのこのコンテナ感染苗育成技術の開発. 岡山県農林水  
産森林研究所研究報告 36 : 1-7

河合昌孝 (2019) 奈良県における菌根性きのこの栽培研究について –ホンシメ  
ジ・バカマツタケの栽培について. 森林科学 86.30-33

木村正三 (2020) 岡山県／暮田赤松を守る会 ホンシメジの産地化を目指して.  
現代林業 2020年1月: 64-65

岡山県農林水産総合センター森林研究所 (2021) 少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗  
生産マニュアル (初版). pp1

富川康之・宮崎恵子 (2010) 島根県東部地域におけるコウタケ発生要因 (I) –  
子実体発生地域および発生環境–. 島根県中山間地域研究センター研究報告  
6: 61-68

## 用語解説

- インキュベーター・・・温度を一定に調整できる機器
- オートクレーブ・・・自動で、水蒸気により加圧滅菌する機器
- キャビティ・・・・・・・・コンテナ容器の植穴
- クリーンベンチ・・・・・・・・空気中の埃や雑菌のろ過装置を備えた作業台
- 架台・・・・・・・・コンテナ容器を空中に浮いた状態で設置できる台
- 寒天培地・・・・・・・・液体に溶解させた栄養成分を寒天で固化させた培地
- 菌根性きのこ・・・・・・・・樹木の根に感染し、植物の根と菌糸が一体となった菌根を形成するきのこ。マツタケなど食用きのこがある。
- 空中根切り処理・・・・・・・・コンテナ育苗の際、容器を空中に浮かせることにより、容器から根が突き出ることを防ぐ処理法。
- 培養土・・・・・・・・植物栽培用に、あらかじめ各種の園芸土や肥料を混合した土
- 防護柵・・・・・・・・シカやイノシシなど獣による被害を防ぐ柵状の構造物
- 無菌操作・・・・・・・・きのこなどの微生物を取り扱う際、他の雑菌が接触、混入することを防ぐために、殺菌した器具や培地を使用して操作する方法

菌根性きのこの感染苗生産マニュアル（初版）

令和4年7月

制作・発行：岡山県農林水産総合センター森林研究所