

肩の凝らないキノコ栽培の話（その2）

- 栽培舎の消毒 -

富 樫 巖

はじめに

キノコ栽培の形態は、栽培舎を用いる施設栽培が主流になってきています。そのため、栽培舎内の美化に努めないとキノコの病気が発生しやすくなることを「肩の凝らないキノコ栽培の話（その1）」¹⁾で述べました。特にオガコを用いる菌床栽培では純粋培養技術を基本としていることもあり、培地や栽培舎に生息する雑菌や害菌となる微生物を可能な限り減らして（以下、消毒と記載します）、目的とするキノコのみを効率的に育てる必要があります。

そこで本シリーズの第2話として、栽培舎の消毒方法についてお話します。消毒というからには、化学薬

剤を用いることになります。キノコは無農薬栽培による健康食品とのイメージが売り物の食品です。しかし、実際には栽培機材や栽培舎の消毒に化学薬剤は不可欠なものです。無農薬栽培とは、人間の口に入るキノコ（子実体）に直接、化学薬剤をかけないことであると理解して頂きたいと思います。

キノコ栽培で利用される消毒剤

キノコ栽培で用いられている市販の消毒剤²⁻⁴⁾を表1にまとめました。以下、表の説明をします。

「分類」と「薬品名」は、それぞれ、消毒剤の主成分となる化学薬剤の化学構造について「大まかな違い」

表1 一般的な市販の消毒剤とその特性

分類	薬 剤 名	商 品 名	効 果 の 有 無		
			細菌類	細菌芽胞	カビ類
アルコール系	エタノール	消毒用エタノール	○	×	○
	イソプロピルアルコール	消毒用イソプロパノール	○	×	○
アルデヒド系	ホルムアルデヒド	ホルマリン	○	△	○
	グルタルアルデヒド	グルタラル	○	○	○
塩素系	次亜塩素酸ソーダ	ピューラックス他多数	○	△	○
	塩素化イソシアヌール酸	ハイライト90等	○	△	△
過酸化物系	過酸化水素	(局方) オキシドール	△	△	△
カチオン系	塩化ベンザルコニウム	オスバン他多数	○	×	△
	塩化ベンゼトニウム	ハイアミン他多数	○	×	△
グアニジン系 (ピグアナイド系)	グルコン酸クロルヘキシジン他	ヒビテン、マスキン、 オールカット他多数	○	×	△
フェノール系	フェノール	(局方) フェノール	○	×	△
	クレゾール石ケン液	(局方) クレゾール石ケン液	○	×	△
ベンズ イミダゾール系	ベノミル	ベンレート	×	×	○
	チアベンダゾール	パンマッシュ、ピオガード	×	×	○
ヨウ素系	ヨードホルム、 ヨード・グリシン複合体	ダイヤザン、イセホル他多数	○	△	○
両性界面活性剤系	塩酸アルキルジアミノエチルグリシン	サニフル800他多数	○	×	△

注：○：効果あり，△：効果が弱い，×：効果が期待できない，細菌芽胞：細菌の細胞内に形成される内生孢子，本表は主に以下の文献および資料を参照して作成した 1) 近藤孝之：“微生物の滅菌・殺菌・防黴技術”，工業技術会，1982，p.166-174. 2) 山中勝次他3名：“新しいヒラタケ栽培”農村文化社，1987，p.125-130. 3) 石丸製薬株式会社：“殺菌（滅菌・消毒）概要”，1997，p.28-29.

と「細かな違い」を示しています。例えばアルコール系においては、アルコール構造を持った化学薬剤のうちエチルアルコールとイソプロピルアルコールが消毒剤として使用できます。一方、アルコールランプの燃料であるメチルアルコールは消毒剤にはなりません。消毒剤の化学構造は人間の目に見えません。取りあえずここでは理解したような気持ちになって頂きまして、次に進みます。

「商品名」は、アルコール度数が20度の焼酎に、各製造メーカーが独自の商品名を付けて販売しているのと同じで、それぞれの製造メーカーが用いている消毒剤の名前です。

最後に「効果の有無」ですが、消毒剤がどんな微生物に対して効果があるかを示しています。ここでは、キノコ栽培で問題となる微生物として、細菌類、細菌芽胞およびカビ類に注目し、それらに対する効果を取りまとめました。

「細菌類」は色々なタイプが存在します。細胞壁（細菌類が身にまとっている殻よろいと考えてください）の構造により、グラム陽性（例えば納豆菌）とグラム陰性（例えば大腸菌）に大きく分けられます。一般的に、後者の方が薬剤が効きにくい傾向があります。ここでは、薬剤の平均的な効果を記載しました。

「細胞芽胞」とは、細菌類の生活環境が悪化（高温になったり、水分が不足する等）して死にそうになった時に、細菌類の体の中に作られる孢子（タイムカプセルみたいなもの）のことで、この孢子は、生活環境が好転したら眠りから覚めて活動を始めます。そして、元の細菌類の体にカムバックすることができます（図1）。細菌類のうち、グラム陽性細菌類の一部のみが芽胞を作ります⁵⁾。

消毒剤の効果

効果の有無をみますと細菌類やカビ類と比べて、細菌芽胞の薬剤抵抗性の高さが顕著なことに気づきます。これは、細菌芽胞内の水分や物質透過性が低く、かつその水分子が結晶化しているために消毒剤が染み込みにくいのです。その結果として消毒剤が効きにくいこととなります^{6,7)}。また、細菌類にもカビ類にも効果的な消毒剤もありますが、どちらか一方にしか効果が期待できないものもあります。アルコール系は、細菌類とカビ類に効果があります。ベンズイミダゾール系はカビ類についてのみ効果が期待できます。

また、表には記載していませんが、アルコール系は揮発性であるため効果の持続性に欠ける、アルデヒド系は人間の粘膜に対して強い刺激がある、ヨウ素系には金属腐食性がある（使用に際しては機械類へ配慮が必要）、およびフェノール系は古くから用いられてきたものの、皮膚に対する腐食性があるなど²⁾、各消毒剤には種々の特性があります。効力と特性を考慮して消毒剤を使用することが大切です。

消毒を徹底すべき場所とは

栽培舎の消毒を行う場合、徹底的に微生物の数を減少させなければならない場所とある程度減少させればよい場所があります。具体的には、放冷室（加熱殺菌した培地を冷やすための部屋）と接種室（放冷室で冷えた培地にキノコの種菌を接種する部屋）が前者になります。この2室（兼用されて1室の場合もある）は、キノコ栽培舎の心臓部と言っても過言ではありません。すでに述べたように、菌床栽培は純粋培養技術を用いることから成り立っています。栽培培地の加熱殺菌後の冷却工程と種菌の接種工程で、目的としているキノコ以外の微生物が混じることは決してあってはならないことなのです。

培養工程では、培養瓶とキャップのフィルター、または培養袋と培養袋のフィルターが培養室から培地に飛び込もうとする汚染微生物を防御します（図2）。また、発芽ひやしと生育工程では、キノコ自身が自分以外の微生物と戦います。したがって、培養、発芽および生育を行う部屋（以下、培養室、発芽室および生育室）の消毒は省略することはできないにしても、放冷室や接種室ほど厳重でなくともよいこととなります。

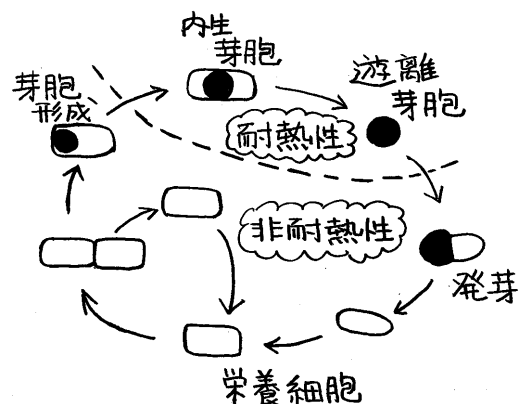


図1 芽胞形成細菌の一生

キノコ栽培舎の消毒方法

栽培舎の消毒方法には、噴霧器による消毒剤の噴霧、ジョウロによる壁や床への消毒剤の散布、消毒剤を含ませたモップや雑巾による壁、床、天井のふき取り、およびくん蒸があります(図3)。日常的には、くん蒸以外の方法が用いられます。くん蒸は大掃除的な消毒といえます。

噴霧、散布、およびふき取りに用いられる消毒剤としては、ベンズイミダゾール系とカチオン系の混合溶液が多用されます。前者はカビ類の防除、後者は細菌類の防除を期待されています。しかし、カビ類の防除に対してベンズイミダゾール系単独よりも両者の混合物の方が強い効果を発揮します。すなわち、相乗効果がみられるのです。他には、ヨウ素系が使用されます。ヨウ素系はカビ類と細菌類の両者に対する防除効果を

期待できます。しかし、前述のように金属に対する腐食性があることに加え、着色を引き起こすことがあります。

くん蒸には、通常、ホルムアルデヒドが用いられます。具体的にはホルムアルデヒド水溶液と過マンガン酸カリウムなどの薬剤を混ぜ合わせることで発熱させ、ホルムアルデヒドを蒸発させます⁸⁻¹⁰⁾。また最近では、ベンズイミダゾール系のパンマッシュ(粉末)を加熱することでくん蒸消毒することもあると聞いています。

アルデヒド系消毒剤の利用

アルデヒド系には、前述のホルムアルデヒドとグルタルアルデヒドがあります。その使用方法としては噴霧や散布になります。グルタルアルデヒドについては細菌芽胞の防除が期待できます。また、アルデヒド系については細菌類やカビ類に加えて、害虫の防除も期待できるのが大きな特徴です¹⁰⁾。

消毒剤は水割りで使用する

消毒剤は水に溶いて、所定の濃度に調製後に使用するのが一般的です。薄める比率については、購入した消毒剤に記載してある使用方法に従います。その際に用いる水としては、殺菌処理した水(殺菌水または滅菌水というものがあるが市販されている)を用いるのが理想的ですが、最低でも水道水を使用してください。井戸水やわき水の使用は避けてください。その理由は、井戸水やわき水にはたくさんの微生物が混入している場合が多く、その微生物の防除に消毒剤の有効成分が消費されてしまい、実質的な消毒剤の濃度低下が生じてしまうからです。

栽培器材と手足の消毒

キノコの種菌の接種作業に際しては、接種器具や種菌の入っている培養瓶をエタノールや塩化ベンザルコニウムで噴霧またはふき取り消毒します。また、接種室(放冷室も同様)に入る作業者の手や足(靴)の消毒も大切です。手の消毒はエタノールの噴霧またはふき取りになります。また、皮膚に対する刺激性を考慮するとグルコン酸クロルヘキシジンの使用が望ましいと思われま

す。足(靴)の殺菌には塩化ベンザルコニウム、ヨードホルムが利用されます。これらの薬剤をためた容器の中に靴を漬けるか、薬剤を染み込ませたスポンジに靴



図2 キノコの種菌と培地を守るガードマン

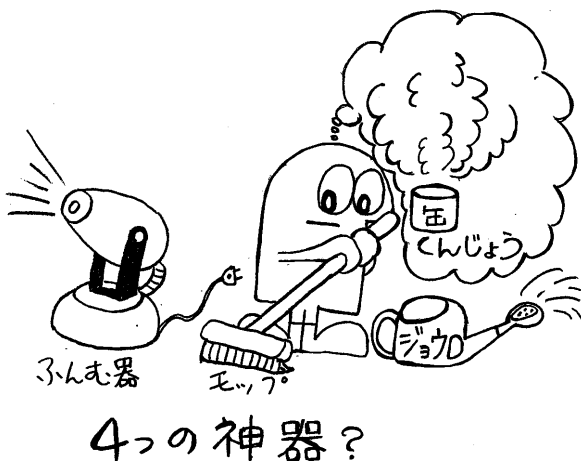


図3 消毒に道具は欠かせない

の底を押しつけ、靴の底に付いている微生物の消毒に努めます(図4)。培養室、発菌室および生育室に入る時も同様な注意が必要です。

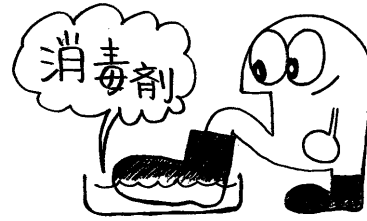


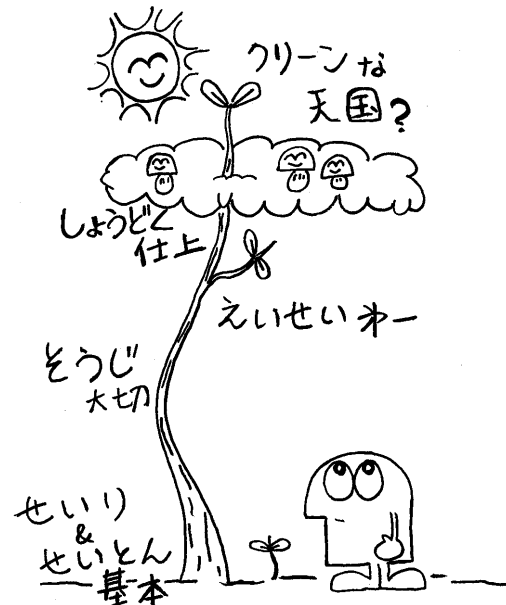
図4 土には微生物がいっぱい!

耐性菌と消毒剤

同じ消毒剤ばかりを使用していると耐性菌が出るといわれます^{11,14)}。耐性菌とは、消毒剤の影響を受けにくくなった微生物のことです。これを防ぐには、同一の消毒剤を半年~1年間くらい使ったら、分類(表1)の異なる消毒剤に代えることが望ましいと思います¹⁵⁾。

しかし、すべての消毒剤に耐性菌がでるわけではありません。現在、耐性菌の存在が確認されているのは、ベンズイミダゾール系とカチオン系薬剤についてです^{11,14,16)}。一方、アルデヒド系やヨウ素系に対する耐性菌は知られていません。すでに述べたように、それぞれの薬剤には個性があります。目的に応じて、扱いやすいものを上手に使用することが大切です。

最後になりますが、栽培舎の消毒を薬剤のみに頼ることは間違いです。まずは、栽培舎内外の整理整頓(草刈も大切)から始め、洗浄や念入りの清掃を行って、最後に消毒剤による仕上げをすべきと考えます¹⁷⁾(図5)。微生物の濃度が高い状態で、消毒剤をまいても十分な効果は期待できません。敵が多ければ、相対的に、消毒剤の効果は薄くなります。使用する消毒剤濃度を濃くするか、頻繁に使用しなければ効果が期待できません。消毒剤は高価な薬剤です。経済的かつ安全なキノコ栽培を目指したいものです。



キノコ栽培の鉄則

図5 物事には手順がある

参考資料

- 1) 富樫巖：林産試だより，1997年11月号，1-4。
- 2) 近藤孝之：“微生物の滅菌・殺菌・防黴技術”，工業技術会，1982，p.166-174。
- 3) 山中勝次ほか3名：“新しいヒラタケ栽培”，農村文化社，1987，p.125-130。
- 4) 石丸製薬株式会社：“殺菌(滅菌・消毒)概要”，1997，p.28-29。
- 5) R.Y.スタニエ，E.A.エーデルバーク，J.L.イングラム(高橋ほか4名訳)：“微生物学(上)原書第4版”，培風館，1978，p.134-144。
- 6) 扇元敬司：“微生物学”，講談社，1997，p.34-35。
- 7) H.ゲスト(高桑進訳)“微生物の世界”，培風館，1991，p.40-41。
- 8) 赤羽弘文：“特産情報'93.7.”，農村文化社，

1993，p.77。

- 9) 北海道きのこ農協協同組合：“菌床きのこのつくり方”，1993，p.29-30。
- 10) 牟岐和房：“消毒剤Q & A”，川名村治編，医薬ジャーナル社，1995，p.38-41。
- 11) 有田郁夫：菌茸，30巻5号，34-37(1984)。
- 12) 福井陸夫：“きのこの基礎科学と最新技術”，農村文化社，1991，p.177-189。
- 13) 富樫巖ほか3名：木材学会誌，42巻12号，1258-1263(1996)。
- 14) 富樫巖，宜寿次盛生，原田陽：日本木材学会北海道支部講演集，No.29，67-70(1997)。
- 15) 柳川忠二：“院内における効果的消毒法の実際”，薬業時報社，1996，p.73-80。
- 16) 菅野智栄：防菌防黴，23巻2号，105-113(1995)。
- 17) 米虫節夫：科学と工業，67巻7号，270-276(1993)。

(林産試験場 普及課)