

木材利用の試験研究機関に勤務して⑧

～シイタケ菌床のカビ対策・後編～

旭川工業高等専門学校 名誉教授 富樫 巖



■はじめに

食品の保存の考え方にハードル理論があります（イラスト1）。腐敗や食中毒を引き起こす微生物の攻撃を受けた食品は食用に適さなくなります。その微生物汚染を阻止するために、加熱処理（殺菌：微生物の生菌数を減らす）、乾燥処理（水分活性の低減：微生物が利用する水分を減らす）、保存料の添加処理（防腐：微生物のエサに適さないように改質する）、脱酸素剤処理（酸素除去：好気性微生物の好気呼吸を邪魔する）など、微生物の生育を邪魔する複数のハードルを設けます。

一つの強力なハードルを設けることができればシンプルですが、ヒトの食材に対して多種多様な微生物の侵襲を阻止する必殺技はありません。そこで物理的な方法（冷凍、紫外線照射など）、化学的な方法（塩蔵、食酢によるpH調節など）、生物的方法（乳酸菌の接種など）を組み合わせることで微生物の増殖を抑えます。お城の防御策として堀、土塁・石垣、大手門（門）、石落としなどをセットで設けるのと同じ考え方です。

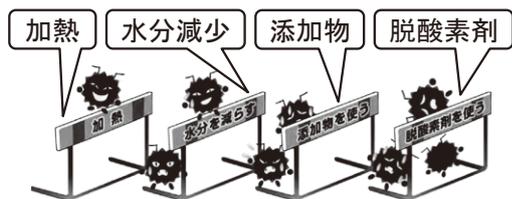


イラスト1. 食品保存のためのハードル理論

注: ㈱ウエノフードテク/https://www.ueno-food.co.jpから引用

前置きが若干長かった気もしますが、本題のシイタケ菌床のカビ汚染対策に入ります。ここで紹介する内容は害菌/雑菌の攻撃に強いシイタケ菌床を育てる取組みで、菌床の免疫力アップを図る作戦です。新型コロナウイルスやインフルエンザウイルスとヒトの関係を考えると想像できますが、トリコデルマなどのカビ汚染を100%受けないシイタケ菌床を作ることは不可能です。上述のハードル理論のハードルの一つになり得る、より効果的なノウハウの確立を目指しました。

■健康な菌床および健康不安を抱えた菌床

「腹八分に医者いらず」は、食べ過ぎが健康を害することを意味します。食事に限らず、限度を超えた労働も健康を害す要因になります。菌床シイタケ栽培は原木シイタケ栽培と比べて設備面の初期投資が大きく、かつキノコ発生が長期的・散発的となることもあってマイタケ菌床栽培などと比較して生産コストがアップします。生産者は資金回収策として可能な限り菌床当たりのシイタケ発生量を増やそうと考えます。

菌床当たりの発生量を増やす手短な方法としては、培地に混ぜ込む栄養分（米ぬかやフスマなど：シイタケが利用しやすい窒素や炭素を含む有機化合物）の添加比率を高くすることです。小生はこれが両刃の剣になる可能性が高いと考えました。すなわち、「**栄養分が多いとシイタケ発生量がアップする。しかし、原木栽培に適するシイタケは本質的に粗食を好むことから、栄養過多の華やかな培地で作った菌床はストレスを抱えた健康不安定状態となる。何らかの刺激が加わると不健康さが一気に露呈し、カビ汚染を受けてシイタケの発生量がダウンする**」との仮説を立てました。この仮説を確かめる一連の栽培試験を同僚のG寿次さんに託しました（写真1）。



写真1 培養中のシイタケ菌床（フィルター付培養袋）

注: 林産試だより1996年4月号, 菌床シイタケのカビ退治(その1)ーシイタケ菌床の分解水とトリコデルマの関係ー(G寿次著)から引用

■栄養過多が菌床の健康状態を不安定にする根拠とは不勉強な小生ですので関連情報を100%熟知してい

ませんが、シイタケ菌床のストレス度合いを示す物差しとなる「指標」の存在を耳にしたことはありません。一方、シイタケなどキノコ菌糸の温度特性はしっかりと記憶していました。**イラスト2**にその一例を示します。5°C程度の低温側から25°C（28°Cという文献もあり）までは温度上昇に伴って徐々に菌糸成長のスピードが向上し、25°Cのピークを越えると菌糸成長スピードが急激に低下して35°C程度でゼロとなり、その状態が続くと死に至ります。**イラスト2**において25°Cまでの低温側はシイタケ菌糸が元気に活動できる状態（緩やかな上り坂）、そして25°Cを超えた温度帯はシイタケ菌糸が健康面で苦しむ状態（急な下り坂）とも解釈できます。

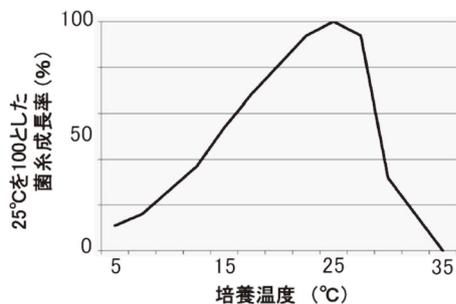


イラスト2 シイタケ菌糸の温度特性の一例

注：沖縄県農林水産部：菌床しいたけ栽培の指針2016年から引用

一般的に、食用キノコ菌糸の培養（培養ビンに詰められたノコズ培地に菌糸をまん延させる操作）温度は、培養ビンの培地内部が25°C程度（菌糸成長速度のピーク温度）を超えないように培養室を22°C程度の低温側に設定します。万が一その温度を超えると菌糸が弱り、最終的にはキノコの発生量が減少します。25°Cは越えてはいけない一線なのです（栽培効率化には是非とも使用したいピーク温度ですが…）。

以上の食用キノコ栽培の温度管理ノウハウから類推し、培地に混ぜ込む栄養分の添加比率を高くしてシイタケ発生量を手短かに増やす手法は、運よく上手くいくことがあっても多くは逆効果に陥ると読みました。

■シイタケ菌床用培地の栄養分量を変化させる（準備）

いよいよ栽培試験の説明です。すでにこの研究の取り組みと結果は、担当者のG寿次さんが日本木材学会大会（1996年4月、熊本市）で発表し、その後林産試験場報第14巻6号（2000年）に公開中です。詳細は、<https://www.hro.or.jp/upload/10675/20014610105.pdf> でご覧頂けます。

イラスト3に培地組成を示します。水分を65%一定とし、カンパ類のノコズとフスマの添加率を変えたノコズ培地を6種類調製しました（フスマ添加率：0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, および12.5%；ノコズ+フスマ=35%）。フスマ添加率10~11%がほぼエノキタケ培地、同8~9%ではほぼマイタケ培地に該当しますので、2.5~7.5%の栄養分量としては「極端に少ない」~「少ない」ことが分かります。フスマ添加率0%ではキノコの発生が期待できないものの、研究として興味ある設定条件です。試験に用いたシイタケの菌株は菌床用・人気株（当時）のH研600号でした。

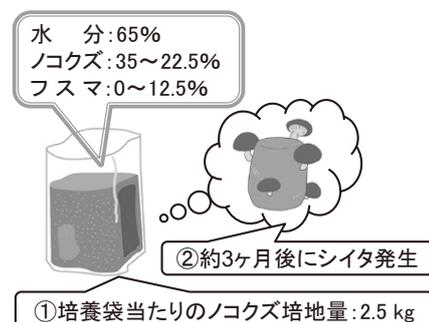


イラスト3 ノコズ培地の組成に注目！

注：イラストAC <https://www.ac-illustr.com/>を引用，一部改変

■シイタケ菌床のキノコ発生量とカビ汚染（結果）

ここでは、16°Cの空調発生室での結果を概説します。菌床当たりの平均発生量（菌床供試数各6，最大発生回数5・発生期間15週間）はフスマ添加率5.0~10.0%で有意差がなく、565g（フスマ10.0%）~668g（同7.5%）でした。一方でフスマ添加率2.5%の平均発生量は326g，同12.5%の平均発生量は257g，そしてフスマ添加率0%のキノコ発生量はゼロでした。

菌床のカビ汚染状況ではペニシリウムとトリコデルマおよび接合菌類の発生が確認され、ペニシリウムについてはフスマ添加率と共に汚染度合いが上昇し、トリコデルマ他についてはフスマ添加率「5.0%と7.5%」<「2.5%と10.0%」<「0%と12.5%」の順に汚染度合いが上昇しました。以上のカビ汚染はいずれも3回目のシイタケ発生（7~9週間経過時）で増大傾向を示し、フスマ添加率10~12.5%の汚染度合いが大きく、特に12.5%で甚大でした。シイタケ菌床用ノコズ培地の栄養過多が生む、「両刃の剣」仮説が運良く(?)実証されたのです。なお、フスマ添加率が低すぎるシイタケ菌床も不健康状態に陥りました。

（つづく）