

キノコ培地の調製と詰め込みのポイント

- びん栽培で常に安定した収量を得るために -

米山章造

現在オガクズ栽培されているキノコは、すべて木材腐朽菌と呼ばれる菌類です。昔はシイタケ同様に原木で栽培されていましたが、栽培方法が研究され、今では短期間で集約的にキノコを生産できるオガクズ栽培に切り替わっています。

オガクズ栽培では、オガクズと栄養添加物（米ヌカ、フスマ、大豆かす、トウモロコシかすなど）と水を原料とした培地が用いられます。元来、木材腐朽菌を栽培するのですから、オガクズと水だけでも良さそうに思えるかも知れません。しかし、木材は分解（消化）しにくい物質ですから、キノコ菌糸が分解して利用するには長い時間を要し、また限定された小さな容器（エノキタケ、ヒラタケ、クモギタケの栽培には 800cc のびんが主として用いられている）に詰め込めるオガクズの量はたかが知れたもので、採算ベースにのるキノコ収量を得るには、エネルギー的に不十分です。そこで菌類が利用しやすい栄養分を高濃度に含有する物質、すなわち栄養添加物を培地に加え、不足分を補う必要が生じるのです。このことは、培地に加えられる栄養添加物の量によってキノコの収量が変わることを意味します。では、栄養添加物の量が多ければ多いほどキノコの収量は増えるのでしょうか？

この疑問に答えるためには、オガクズ培地に求められる基本的な 4 つの性能について知らねばなりません。その性能とは、次のようなものです。

阻害物質を含まない、若しくはその含有量が少ないこと。

十分な栄養分を保有すること。

通気性に優れること。

保水性に富むこと。

ごらんになってお分かりのとおり、この性能は鉢植に用いる土に求められることと何ら変わりません。ある限定された空間において、元氣よく丈夫に生長するために必要とされる環境条件は、キノコの菌糸であれ、植物の根であれ同じなのです。

そして、この 4 つの性能は、互いに他と複雑にからみ合っています。

については、もっぱらオガクズの樹種に起因し、おおむね広葉樹よりも針葉樹の方が阻害物質を多く含有しますし、広葉樹の中では、ナラの仲間がフェノール類の阻害物質を多く含みます。

については、培地に添加する栄養添加物の量にかかわっているわけですが、栄養添加物が米ヌカなど微粒子のものであるときは、添加量を増すと、

を損なうことになり、添加量の上限はおのずから規制されることとなります。一方、フスマのように粒子が大きい（帯ノコクズより大きい）場合は、添加量を増すほど培地の通気性も向上するので、による規制を受けませんが、キノコの発生量はある栄養分以上では一定となるので、生産効率に照らして添加量が決定されることとなります。さらに培地の通気性には、オガクズの粒度、水分の多少、培地を容器に固く詰めるか軟らかく詰めるか、などが影響を与えます。についてはオガクズの樹種（軟質材ほど保水性が良い）、栄養添加物の種類や添加量が影響します。

以上のように、4 つの性能をすべて満足させることは難しく、要はバランスを取って、4 つの性能をほぼ満足する培地を作ることが肝要なわけです。そこで、キノコを栽培するに当たって、良い

培地を調製するための方法が、体験的に作り上げられ、伝えられてきました。

最も古くからある方法は、オガクズと米ヌカ（栄養添加物の代表として米ヌカを用いて今後の説明を行います）を容量比で混合する方法です。この容量比は栽培容器、栽培方法、キノコの種類によっていろいろありますが（一例を表1に示します）、いずれの容量比を用いるにしろ必要量のオガクズと米ヌカを良く混合し、培地を握りしめたとき指の間に水がじわっとにじむ程度になるまでかくはんしながら水を加え、目的の水加減になったら培地の出来上がりとなります。この方法は米ヌカの添加量が少ない魚箱栽培では現在も行われていますが、添加量の多いびん栽培での培地調製法としては欠点があることが分かってきました。

表1 オガクズと米ヌカの容量比

キノコの種類	栽培容器	混合容量比 オガクズ：米ヌカ
ヒラタケ	魚箱	10：1
	びん	4：1
エノキタケ	びん	3：1
タモギタケ	びん	4：1
ナメコ	魚箱	10：1
	びん	10：1～2

それは、米ヌカといっても粒度や比重バラツクので、容量を基準にすると出来上がる培地に含まれる米ヌカ量（重量）にもバラツキを生じ、結果的にキノコの収量が一定しないということです。さらに水分の調整の仕方も、栽培者の握力には差があるので、培地を握って指間に水がにじむ程度といっても水分の正しい目安にはならない、ということも問題です。また、もっとやっかいなことは、出来上がった培地をどの位の固さに詰めたらよいのかという点についての目安も決まっていなかったことでした。

この点を解決する方法として、長野県では次のような方法¹⁾を考えました。まずミキサー（かくはん機）に必要量（1回に詰め込むびん数にほぼ間に合う量）を入れ、1びん当たり 90～100gに相

当する量（1回に1000本のびんに培地を詰め込むなら90～100kgとなる）の米ヌカを加えてかくはんします。次いで水を少しずつ加えてゆき、時々培地の1部を取り出して1lの容器にふるい落として正味重量を測り（以後1l重と記す）、この重量が340～350gとなった時点で適性水分に達したとみなします。この適性水分となった培地を800ccびんに対して480g（正味重量）詰め込んだときに標準の固さに詰まるといふものです。もちろん、以上のように詰めたときに、必要とするびん数にピッタリと培地が詰まるように原料のオガクズの量を調節することは、いうまでもありません。

この方法は水分の調整、詰め込み量などを数値化した点で進歩が認められるものの、長野県のように、杉オガクズと米ヌカ主体で培地を調製する場合はともかく、本道のように種々雑多な樹種のオガクズを用い、多種の栄養添加物を用いる地域ではほとんど実用になりません。

というのは、まず樹種が違えばオガクズの比重が異なり、結果として出来上がった培地の1lの重さが異なります。表2におおざっぱな方法ではありますが、5種の帯ノコクズの1l重を測定した結果を示しました。これは風乾状態のオガクズを1l計量し、それを絶乾重量に換算したものです。表2にみるように、ミズナラ、カンバは重く、外は軽いのです。ですからミズナラ、カンバのように重いグループで作った培地と軽いグループで作った培地を同じ重量になるように水を加えると、重いグループの培地水分は軽いグループのそれより少なくなるのは明らかです。もちろん、米ヌカの配合比が変わったり、米ヌカの代わりに他の栄

養添加物を使えば

1l重も変わるのは当然です。

ちなみに長野県では、先の方法で調製した培地の水分は62～63%程度になるとしていますが、カンバやミ

表2 絶乾オガクズの1l重

樹種	1lの絶乾重量(g)
ミズナラ	195
カンバ	180
トドマツ	121
エゾマツ	126
シナノキ	124

ズナラで調製した培地では63%程度の水分にすると、その培地を詰めたびんの底に水がたまる状態になり、水分過多になってしまいます。そして、その時の1ℓ重は430g前後となり、長野方式の340~350gとは大きな隔たりが生じるのです。これは長野県のおガクズは専ら丸ノコクズであるのに対して、本道のものは帯ノコクズであることが大きな原因です。

そこで適性水分の培地を、樹種や添加物を変えて作り、その1ℓ重を測った結果を表3に示しました。ご覧のように、樹種や添加物により、1ℓ重は大幅に変化します。これは逆に言えば、どの樹種でも1ℓ重を340~350gに合わせるということは、それぞれの樹種によって水分量が違ってしまふことを意味します。ここでは、どうしても、適性水分を守りたいのですから、樹種や、添加物により、出来上がった培地の1ℓ重は異なるのが当然であり、340~350gに統一するのは意味がないのだと考えるべきでありましょう。とすれば、1ℓ重の異なる培地を800ccびん当たり480gの詰め込み重量とするのも意味がないことは明白です。1ℓ重が415gの培地も、1ℓ重が450gの培地も、同じように480gの詰め込み量とすれば、当然の帰結として、詰め込んだ固さが異なってしまい、同じような通気性を確保できなくなってしまいます。以上のように、本道においては、長野方式をそのまま導入するには無理があるわけです。それではどうしたら、本道の実情に即した培地が作れるのでしょうか？そして、詰め込みの固さは、何を目安にして決めたらよいのでしょうか？林産試験場では、次の方式を普及しています。

1. 常に同じ固さに培地を詰める

びんに培地を詰め込むとき、固詰めでは培地の通気性が損なわれ、菌糸の生長が遅れ、菌糸そのものが細く元気のないものになり、キノコの収量も低下します。逆に軟詰めの場合は菌回りは速く、菌糸も太く、元気は良いのですが、培地が培養中に乾き、菌床面での発芽が押さえられて、びん壁での発芽が増すことと、キノコの生長過程で培地からの水分補給が不十分なためにキノコがスムーズに生長できず、結果的に収量減をまねきます。したがって常に適切な固さに培地を詰めてやることは大変重要なことなのです。ではどうしたら常に同じ固さに詰められるのでしょうか？このためには詰め込み作業を行う中で、常に不動の目安がなければなりません。培地の1ℓ重は先に述べた通り、不動ではあり得ません。したがって詰め込み重量を目安には使えません。そこで詰め込み作業の中で常に不動のものを探しますと、一つだけ見つかります。それは栽培に用いるびんの容積です。びんの容積は栽培するキノコの種類や、その栽培者の選択によって決まっています。800ccびん、850ccびん、900ccびん、1000ccびん、1200ccびん、1500ccびんなど種々であるものの、それぞれの施設では固定されています。ですからびんの容積を目安の1つとして使うことは当然のこととなります。それでは、この一定した容積のびんに水分も異なり、比重も異なる培地を常に同じ固さに詰めるにはどうしたらよいのでしょうか？答えは常に同じ体積の培地を詰めれば良い、ということになります。例えば、800ccのびんに常に1ℓの体積（重さは変わっても良い）の培地を詰めれば、つまり1ℓを0.8ℓに押しつぶせば、つぶれた場合の固さは同じはず（もちろん、培地原料の粒度が大幅に違えば、話は別なのですが、本道では帯ノコクズがほとんどで、しかも粒度分布を調べると、それほど大きな違いは無いのです）。では、どうしたら常に同じ体積の培地を測れるのでしょうか？ここで培地の1ℓ重を測るという作業が生命をふき返すのです。もしある培地の1ℓ重を測って400gであったなら、同じ培地である限

表3 調製した培地の1ℓ重

樹種	栄養添加物	800ccびん当たりの添加物重量(g)	1ℓ重(g)
カンパ	米ヌカ	94	445
	フスマ	90	433
トドマツ	米ヌカ	91	475
	フスマ	95	372
ミズナラ	フスマ	93	422

り、押しつぶした状態であれ、押しつぶさぬ状態であれ、その培地400gは、ふるい落とした状態で1 lになることは間違いないはず。つまり、800ccのびんに400gの培地を詰めたのなら、その培地は1 lのものが、0.8 lに押しつぶされたということになりますし、480g詰めたのなら、 $480 / 400 = 1.2$ 、すなわち1.2 l分の培地が0.8 lに押しつぶされたことになります。とすれば、種々の原料で作られた培地の1 l重を測り、それにある係数、例えば1.2を掛ければ、どんな培地であれ、それは、1.2 lの体積を表すことになります。1 l重は異なるけれども、1 lの容積は同じなのですから、1.2を掛けた重量は、それぞれの1.2 l分の重量であり、1.2 lの体積は同じということになります。ここで係数1.2を強調しましたが、これは私達が種々の係数を掛けた詰め込み量で実際にキノコを発生させてみて、ヒラタケ、タモギタケ、ナメコ、マイクケなど、多くの種類のキノコで確かめた結果、800ccのびんに対して1.2 l分の培地を詰め込んだとき、最も良い結果を得たことから、1 l重 \times 1.2の詰め込み量が適切な固さの詰め込み量となると判断しているからなのです。

繰り返しましょう。どんなキノコであれ、びん栽培するとき最も適切な固さに培地を詰め込むためには、まず培地の1 l重を測り、1.2を乗じた重量を800ccびんに対する正味詰め込み重量とすれば、培地の原料が変わり、水分が変わっても、常に同じ固さに詰め込むことになるのです。このとき重要なことは、800ccびんと呼ぶ場合には、

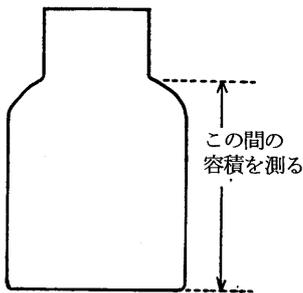


図1 びん容積の測定

図1のごとく、びんの肩までの容積が800ccである場合に限り。メーカーによっては、びん全体の容積が800ccであり、びんの肩口までの容積は750ccしかない場合があります。この場合、そのびんは750ccびんと呼ぶべきで、適切な詰め込み係数は

$$\frac{750}{800} \times 1.2 = 1.125 \text{ となります。}$$

$$\frac{1000}{800} \times 1.2 = 1.5 \text{ となります}$$

計算方法を整理すると

$$1 \text{ l重} \times \frac{\text{(使用するびんの肩口までの容積)}}{800} \times 1.2 = \text{最適詰め込み正味重量}$$

ということになります。

2. オガクズは湿った状態で貯蔵する

オガクズは容積を目安としてかはん機に搬入されます。例えばかはん機の6分目の深さまでオガクズを入れれば約1000本のびんに詰める培地ができる、8分目なら1350本のびんに詰められる培地量となるなどということが経験的に分かっています。しかし風乾状態のオガクズを用いるか、製材したばかりの湿ったオガクズを用いるかで、出発時のオガクズ容積は同じなのに、出来上がる培地の量が異なり、結果的に単位体積当たりのオガクズと栄養添加物の組成比が全く異なってしまうのです。

オガクズ粒子は、湿っているときと、乾いているときでは大きさが変化し、前者で大きく後者で小さくなります。試みに水分12%の風乾オガクズに水を加えて50%の水分にすると、体積は約40%増加します。したがって乾いたオガクズ3 lと米ヌカ1 lを混合して水を加えると、オガクズは水を吸って4.2 lの湿ったオガクズに変化し、結果的にこの培地は4.2 lの湿ったオガクズと1 lの米ヌカを混合した培地と等価になります。一方、最初から湿ったオガクズ3 lと、米ヌカ1 lを混合した培地では、水を加えてもオガクズの粒度に

変化は生じないので、あくまでも3:1の容量比で混合された培地に変わりありません。そこで乾いたオガクズと米ヌカを3:1の容量比に調製した培地と、湿ったオガクズ3lと米ヌカ1lとで調製した培地とでは、出来上がったときには4.2:1と3:1という組成比の差が生じ、全く別物の培地になってしまうわけです。

オガクズは、製材直後は約50%水分ですが、その後徐々に乾いていき、最終的には12%水分まで減少し、粒度も小さくなっていきます。したがって安定した粒度を保たせるために、時々散水をして乾きを防ぎ、常に湿った状態にしておくことが、常に一定した容積を測る上で重要になるのです。

3. 培地水分は握って確かめる

キノコはその重量の90%が水分です。100gのキノコには90gの水分が含まれているわけです。しかもクモギタケは、約4~5日で、ヒラタケは約14日でキノコが生長します。したがって培地中にはびこった菌糸は短期間に多量の水をキノコに対して補給しなければなりません。そのためには培地内に十分な水分が含まれていなければならないことは自明の理と言えます。そこで培地を調製するに当たっては、用いる原料によって出来上がり水分は異なるものの、それぞれの原料に目一杯に水を加えることが得策になるのです。かといって、びんの底に水がたまるほどでは行き過ぎとなりますので、もうこれ以上水を加えては危険だという限度を見極めることが肝要となります。この見極めの目安となるのが握り具合なのです。例えばスポンジに水を吸わせることを考えます。乾いたスポンジはどんどん水を吸ってゆきます。

しかし段々水は飽和し、もうこれ以上水を加えると水を支えきれず、加えた水はそのままスポンジの下から流れ落ちる状態となります。そのギリギリの状態のとき、わきから目で見ただけでは、ギリギリか否かよくわかりません。しかし、親指と人差し指でチョットはさんで見れば、スポンジから水がにじみ出ることから、ギリギリの状態であることがすぐに分かります。キノコの培地も同

じことです。原料によって最大の保水量は変わっても、その最大の保水量近くまで水が加わっているか否かは、培地を握ってみれば、水のにじみ方で見当がつくのです。もちろんギリギリのところと言っても安全を見込みますから、ちょっと力を加えるだけで水がにじんでくるのでは多過ぎですので、ごく普通の握力の持ち主が、ギュッと培地を握って指間に水がにじめば良い、と決めるわけです。といっても前述したごとく、それぞれの握力が異なる以上、誰が握っても同じ水のにじみ方になるわけではなく、ベテランが調製した培地を握ってみて、それぞれの握力に応じた握り具合を覚えることが前提条件になります。握り具合で水分を確かめることは、それぞれの培地における最大保水量を見極める上では、最も確かな目安であり、これ以上のものはないのです。なおエノキタケの場合は、水キノコになるのを避けるため、外のキノコより培地水分を少なめに調節することが必要です。

4. 栄養添加物の量は重量で確かめよう

前述したように、キノコの収量は1びんに詰め込まれる培地の添加物の重量に左右されます。要は4:1や3:1という混合比率が問題なのではなく、1びん当たり何グラムの添加物が入っているかが大切なのです。「自分はこれこれの容量比で混合した培地で栽培している」とは言っても「自分は1びん当たり、何グラムの添加物を入れている」とは言えない方がいますが、このような見方が間違いなのは、2項で述べたことから明らかです。もちろん適切な固さに培地を詰めた上で目的の量の添加物が入っていないなければならないのは、もうど理解いただけたと思います。いくら1びん当たり90gの米ヌカが入っていると言っても、国語めの状態で入っているのか、適切な固さで入っているのか、もしくはふわっとした状態に入っているのかによって、全く似て非なる状況になることは言うまでもありません。

なお表4に各種キノコに対する標準添加物量を示しました。

表4 各種キノコに対する標準栄養添加物量

キノコの種類	栄養添加物の種類	びん容量 (cc)	添加量 (g/びん)
エノキタケ	米ヌカ	800	90～100
タモギタケ	米ヌカ	800	70～75 [※]
ヒラタケ	フスマ	800	85～95
マイタケ	フスマ	800	60～70
ナメコ	フスマ	900	60～70
エノキタケ (野性型)	フスマ	800	85～95

※米ヌカをふるわぬ場合の量。ふるったときは85～95gとなる。

5. 常に安定した収量を得るためには、常に安定した培地を作らねばならない

最後に安定した培地を作る手順をまとめましょう。

オガクズは湿った状態で、保管する。

必要な容積のオガクズと必要な重量の添加物で混合し、決まった握り具合になるように水を加える。

出来上がった培地の1l重を測る。

使用するびんによって、決まった係数を1l重に掛け、それが1びん当たりの詰め込み正味重量になるよう詰め込み機を調整する。

調整した詰め込み機で詰め込んだ後、詰め込まれたびん数で原料の添加物重量を割り、1びん当たりの添加物量を算出する。

目標とする添加物量であればよし、もし足り

ない時は、原料としてのオガクズ量を減らし、逆の時は増やすなどして、翌日の仕込み原料を調節し、目標の数値に近づける。

以上を守る限り、オガクズの樹種、添加物の種類、そしてそれらの混合比が変わろうとも、常に同じ固さに詰まり、同じ重量の添加物が確保され、最大保水量に近い水分も確保されることから、常に最大限の収量が保証されることになるのです。ただ、オガクズの拉度が大幅に変わった時は、1l重に掛ける係数に細かな変更を加えた方がよいのですが、多くの場合、無視してもよい範囲内のバラツキに収まっているものです。

良い畑と良い種子があってこそ良い管理が生きてくるものです。逆に畑が悪かったり、病気持ちの種子を用いたのでは、どんなに手をかけても良い収穫は望めません。キノコ栽培も同じこと、まず良い培地(畑)を作ることが成功するための第1歩です。どんなに力を注いでも過ぎることはありません。本文を参考として、一層の努力を重ねられんことを希望するものです。

参考文献

- 1) 内山 虎歳男：白いエノキタケ栽培法，1977
長野県農業改良協会

(林産試験場 特殊林産科)