

# マイタケの秘密

— マイタケ菌床栽培法によせて —

瀧澤 南海雄



## 1. はじめに

このごろスーパーマーケットの野菜売場へ行くと、種々なキノコに混じってマイタケが並んでいます。値段は1パック(100g)当たり150~200円程度と、ひところの高値に比べて落ちついてきています。このマイタケはここ5年程の間に栽培品が出回るようになった、新しい栽培キノコです。

日本人は大変なキノコ好きの民族で、大昔からキノコを貴重な食料として利用してきました。わけでも、匂いマツタケ味シメジ、の2大キノコにマイタケを加えて、これぞ日本の3大キノコとして珍重してきました。そして、この3大キノコの中では、シメジ、マツタケが共にわりと気軽にキノコ狩りを楽しめるキノコであるのに反して、マイタケは山奥深く踏み入らないと手に入らない、しかも発生場所は家族にも教えない程の秘密主義で守られたキノコで、幻のキノコとして扱われてきました。

この理由には、味、香りが良いことのほかに、マイタケがキノコの中で最大のものであることがあります。一株10kgを超えるマイタケが見付かることも珍しくありません。

しかも天然のマイタケは1kg当たり5千円~1万円で売れるのです。ですから、栽培法を確立すれば大金持ちになれると皆が思い込み、マイタケの人工栽培法の確立に大勢の人々が熱中したと言うわけです。

さて、今やマイタケの人工栽培は日常的になり、その菌床による周年栽培法も確立したかに見えま

す。しかし、林産試験場での研究結果から見ると、現在のマイタケ周年栽培法は、マイタケ本来の生理から多少外れたものであるように見受けられます。

そこで林産試験場での研究経過を追いながら、マイタケとはどんなキノコなのかを考えてみたいと思います。

## 2. 既製のキノコの栽培法

これからマイタケ栽培法研究の経過をご理解いただく上で、マイタケ以外の人工栽培のキノコ(以下既製のキノコと呼称)がどのようにして栽培されるかを知っていただくなくてはなりません。と言うのは、マイタケ栽培法がなかなか確立しなかった背景には、これまでの既製のキノコの反応と全く異なった反応をマイタケが示した事があるからです。そこで、まず皆さんには既製のキノコがどう言う経過で栽培されているのかを知っていただいたほうが、マイタケ栽培法の研究経過を理解していただきやすいと思うのです。

では図1を見ていただきましょう。

- 1) 菌床栽培ではノコクズとコメヌカやフスマなどの栄養添加物と水を混合して培地を作ります。
- 2) この培地をビンや袋などの容器に詰め、
- 3) 培地に混じっているカビや細菌を殺すために蒸気で蒸し(殺菌)、
- 4) 培地が冷えてから種菌を植え、
- 5) 18~22 の部屋(培養室)で菌糸を生長さ

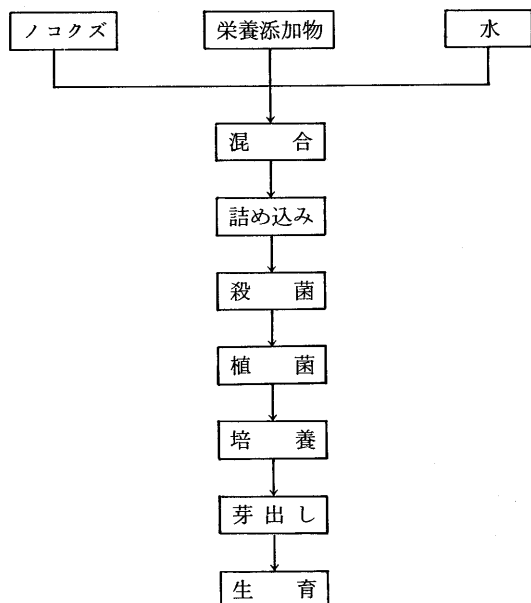


図1 菌床栽培の標準的な工程

せ（この過程を培養と呼びます。培養に必要な期間はキノコによって異なり、ヒラタケ、タモギタケ、エノキタケなどはほぼ20日で十分ですし、ナメコ、シイタケなどは90日前後必要となります。）

6) 培養を終えた培地...これを菌床と呼びます...をそのキノコに適した温度の部屋に移し、キノコの芽を作らせます。（この過程を芽出しと呼びます。）

7) 芽ができた菌床をキノコの生長に適した温度の部屋に移し、キノコの生長を促します。（この過程を生育と呼びます。）

以上がキノコ栽培の過程ですが、ここで注意していただきたいのは、多くのキノコでは培養温度と芽出し温度が異なる、ということです。例えば、ヒラタケは18~22 で培養して12~13 で芽出しを行いますし、ナメコもほぼ同じです。エノキタケは18~20 で培養して13~14 で芽出しを行います。これらのキノコはその温度にしてやらないと普通は芽を作らないのです。例外がタモギタケで、このキノコは18~28 で芽を作ります。したがって培養室の中でも芽を形成するのが普通

です。そして培養中に芽ができたということは...もうキノコを発生するための栄養分を十分ためたヨ...と言うタモギタケの合図なわけです。

ヒラタケ、エノキタケなどは菌系がまん延した直後に芽出し温度を与えればすぐ芽を作り、十分な子実体を発生します。しかし、ナメコやシイタケは菌系のまん延直後に芽出しを行っても芽を作らないか、もしくは芽を作っても十分な発生量は望めません。菌系のまん延後、ある期間培養を続けて栄養分を蓄積させない限り（これを熟成と呼びます）、十分な発生ができないのです。

これが既成の栽培キノコの反応なのですが、マイタケは少々違った反応をしたために私たちは誤解をしてしまい、その結果なかなか栽培法を発見できなかったのです。

それでは林産試験場でのマイタケ栽培の研究経過をたどって、その誤解した原因を振り返ってみましょう。

### 3. 研究を始めたころの状況

林産試験場がマイタケ栽培を取り上げたのは昭和51年のことですが、その当時のマイタケ研究者の考え方は...マイタケは普通の培地では発生しない、それはマイタケが必要とする成分が普通の増地には含まれていないからだ、マイタケを発生させるためには既知の培地プラス が必要だ...と言うものでした。

そのためにありとあらゆる物が培地に添加され、

特許公報昭52-12098にみるマイタケ栽培法

- (1) ノコクズ又は木材の紙片と、
- (2) コメヌカ又はトウモロコシヌカと、
- (3) 腐植酸又は腐殖土あるいは泥炭と、
- (4) 桐生砂又は鹿沼土あるいは軽石、砂と、

それぞれを単独で又はまぜ合わせたものを、(1) : (2) : (3) : (4)が容量比で 8~12 : 0.5~2 : 0.2~2 : 0.2~2 の割合に混合し、水を加えた培養基を常法により殺菌してマイタケ菌系を接種し、適温で培養した後、温度15~25 ,湿度80~97%で子実体を形成させることを特徴とするマイタケの栽培法

試されました。

この結果、表(2頁)のような培地組成を用いたマイタケ栽培法で特許を得た会社が現れました。昭和52年のことです。

しかし、現在この培地組成でマイタケ栽培を行っている施設は無いようです。これは材料が複雑で、毎日の作業としてこの培地を調製するには困難がある、という理由のほかに、現在はごく普通の培地組成でもある程度の収量を得られる種菌が開発されていることが挙げられます。

#### 4. 始めのころ

さて、私たちは当初袋による菌床栽培を考えていましたが、その後エノキタケやヒラタケ栽培に使われている容積 800ccのPPピンを用いて試験を行うことにしました。その理由は、現在エノキタケやヒラタケ、タモギタケを栽培している人々が、将来的に転作可能な道を残したい、ということでした。そして、800ccのピンから 100gを少し超える収量を目標としました。

これはある意味では冒険でした。と言うのは、袋とピンを用いたそれまでの予備試験では、培地量が多い程マイタケの芽がでやすいことが分かっていたからです。しかし、作業の機械化による合理性、既存の施設による転作の余地等、いずれから見てもピンによる将来性の方が上に思えたのです。

そこで、まずごく普通の培地組成を用いて試験を始めました。培地の原料はミズナラとシラカンバの帯ノコクズを半々に混ぜたものとコメヌカやフスマです。ミズナラとシラカンバを混ぜたのは、天然ではミズナラにマイタケが発生するので、このノコクズが革も適していると考えられていたことと、とは言えミズナラのノコクズだけを集めることができる地域は限られているのだから、他の樹種を混ぜておいた方が応用範囲が広がる、ということでした。

最初に行った方法は次のようなものでした。

ノコクズとコメヌカもしくはフスマを容量比で 10 : 1 ~ 2 : 1 の割合に混合した培地にマイタケ

を植え、22 で培養して培地の全面に菌糸がまん延したところで 18 ~ 20 , 湿度 90 ~ 98% , 照度 150ルクスの部屋で芽出し、生育を行ったところ、栄養添加物の量が少ない区(混合容量比10 : 1 ~ 4 : 1)で1ピン当たり 30 ~ 40g程度の収量を得たものの、傘が開かない、鹿の角の様な奇形キノコでした。傘が全く開かない原因については種々試みた結果、明るさが足りないせいと分かり、照明の蛍光灯を増設することで解決できましたが、収量が少ない点と、傘の発達が野生の物に比べて未熟な点は残りました。

そこで培養期間を延長して菌床を熟成させようとしたのですが、培養を始めて30日目するとマイタケはキノコを作り、ピンにかぶせた蓋とピンの透き間から芽を生長させてしまうため、培養期間を延長することができません。そして芽ができたところで菌床を生育室に移しても、やはり30 ~ 40gのキノコしか生長しないのです。また、生長の過程でつぶれてしまう芽もあり、安定した収穫とはならないのです。

この、培養室で芽を作る、と言うところに私たちはすっかりだまされてしまったのです。タモギタケの経験から考えて、培養室で芽を作る以上、マイタケ菌糸は十分な栄養をため込んでいるはず。もし熟成が不十分なら、ナメコやシイタケの様に芽を作らないはずでもあります。

このために、私たちも、普通の培地では十分なマイタケを発生させるための成分が欠けているのかもしれないと、一時は考えました。そして培地組成を種々といじってみましたが、結果は変わりませんでした。依然として未熟なキノコが少量取れるだけだったのです。

#### 5. 秘密をつかんだ

こういう状態がしばらく続いたのですが、あるときヒョんな事からマイタケの秘密をかいま見るチャンスが訪れました。

キノコ栽培に用いる「種」を「種菌」と呼ぶことはもうお分かりでしょうが、あるとき、試験に用いた種菌(800ccのピンで培養した菌床を清潔

なスプーンなどで引っかいて細かく砕き、培地の上にまき散らして菌糸を植え付けます。おおむね1本の種菌から40本のピンに植菌できるので、場合によっては種菌の余りが生じます。例えば、800ccの内1/3とか1/2とかが残るわけです。)の1本が2/3程残ったので、何の気なしに培養室の棚に戻したのです。そして、そのまま忘れていたのですが、約1ヵ月後にそのピンの中にマイタケの芽ができているのに気が付き、これを生育室に移してみたのです。

するとどうでしょう。培地の量は少なかったのにもかかわらず、80gの、しかも十分に成熟した形のマイタケが生長したのです。これが転機でした。すなわち、マイタケの発生が不良なのは培地のせいではなく、熟成が足りないせいなのだ、ということが分かったのです。そして、同時に、マイタケは菌糸がキノコを発生させるための十分な栄養を蓄積していなくても、18~25の温度に置かれれば、芽を作ってしまう性質を持っているということも分かったのです。

ここまでくればあとは簡単です。芽を作らせずに熟成させる方法を考えればよいのですから。そこでまず、22で30日間培養を行い、芽ができた菌床を生育室に移す区を対照区とし、同じく培養30日目に形成された芽を菌かき(通常、菌床上部に形成された菌糸の厚い膜を清潔なスプーンなどでかき取ることを言う)により取り去って再び培養室へ戻したところ、期待に反して10日後に芽が形成されました。そこで生育室に移したのですが、これも46gの収量しか得られなかったのです。これは対照区の42gと大差ないものでした(図2)。そこで残る1区は培養30日目に菌かきをして培養室に戻し、再び芽が形成された10日にもう1度菌かきをして再々培養を行ったところ、今度は芽の形成はすぐには起こらず、2度目の菌かきのあと22日目に芽が作られました。したがって、通算62日の培養期間(熟成期間)を持たせることができた訳です。この菌床を生育室に移すと、ものごみに87gの十分成熟した形のキノコが生長しました(図2)。ここにおいて、熟成を行えば特

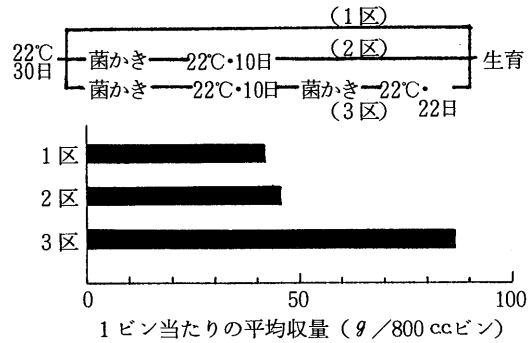


図2 菌かきによる培養期の延長(熟成)とマイタケ収量(栽培工程と結果)

別な培地を用いなくても、マイタケの栽培が可能なのが立証できたこととなります。

しかし、栽培工程を考えると、2度も菌かきを行うのは面倒なことです。菌かきをしないで芽の形成を押さえながら熟成をさせる方法はないのでしょうか。

## 6. 研究の進展

そこで次に行った方法が高温熟成なのです。マイタケは18~25の範囲で芽を作ります。しかし25より高い温度では芽を作れなくなります。そこで、25より高い温度で培養(熟成)したらどうなるのかを試したのです(図3)。試験の設定は、培養期間(熟成期間)の最長を9週間、最短を5週間と定め、22と28での培養期間(熟成期間)の組み合わせで行いました。

すなわち、同じ日に植菌したピンを区分けして、ある区は22で5~9週間培養して1週間おきに菌床を18の芽出しと生育を兼ねた部屋に移します。別の区は22で2週間培養した後に28の部屋で3~7週間熟成をして、芽出し室(兼生育室)に移します。もう1つの区は22で1週間培養してから28で4~8週間熟成させて芽出し・生育を行います。最後の区は、22での培養を行わず、植菌直後に28の部屋へ入れて、いわば熟成だけを5~9週間行って芽出し・生育を行ったのです。

この結果から、最も収量の良かった区は、22で2週間培養を行った後に28で5週間熟成を行っ

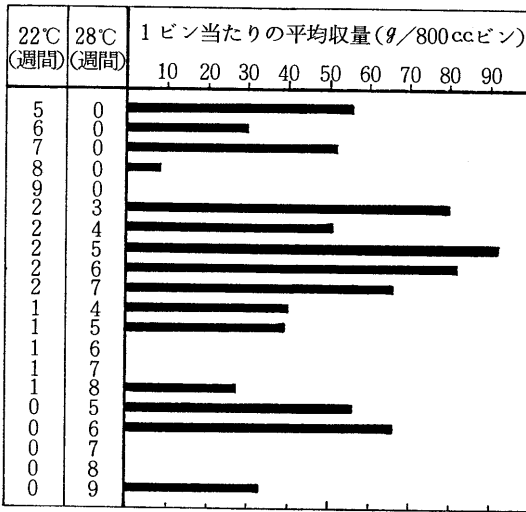
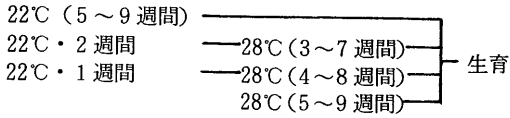


図3 熟成期間とマイタケ収量 (栽培工程と結果)

た区でした(図3)。もちろんこの試験では菌かきを一切行っておりません。そのためほとんどの区でピン一杯に厚い菌糸の膜(菌層膜と呼びます)が充満したり、キノコの芽がピンと蓋の間からはみだしていたり、の状態でした。このことは、熟成中の菌床が厚い菌層膜のために、息が詰まった状態になっている可能性を示しています。もっと酸素を取り入れやすい状態で熟成を行えば、発生量が1ビン当たり100gを超えるのではないのでしょうか?

そこで次の試験を行ったのです。ミズナラとシラカンバを等量混合したノコズ5に対してフスマを1(容量比)加えて培地を作り、ピンに詰めて殺菌し、林産試験場の

マイタケ種菌を植えました。次いで22℃で21日間培養した後、2つのグループに分けました。1つ目の区は22℃で21日間培養した段階で、菌床上部に張り詰めた菌層膜を取り除いてから(菌かき)28℃の部屋に移して熟成を30~50日行い、10日置きに芽出し・生育を行いました。もう1つの区は、22℃で21日間培養し、厚く張り詰めた菌層膜はそのままに28℃で熟成を30~50日行い、所定の熟成期間の後、菌かきを行って22℃の培養室に戻し、芽出しを兼ねて再培養を10日間行い、その後キノコの生育を促しました。

この結果(図4)、22℃で培養した後、菌かきをしてから28℃での熟成を行うことが有利であることが明らかとなりました。そして、ついに1ビン当たりの収量が100gを超えたのです。これは私たちにとって画期的なことでした。初期の目標を達成することができたのです。

そこで、もう一度培地組成に戻ってみました。コメヌカとフスマを比べると、フスマの方が栄養添加物として優れていることは、すでに分かっていたのですが、ノコズとの混合比はどうでしょうか? ノコズとフスマの混合容量比を5:1~7:3とした培地を用い、22℃・21日の培養後、菌かきをしてから28℃で20~50日熟成させて芽出し・生育を行ったところ、3:1の混合比の培地・40日の熟成の区で収量が最大となりました(図5)。

そこで、もう一度培地組成に戻ってみました。コメヌカとフスマを比べると、フスマの方が栄養添加物として優れていることは、すでに分かっていたのですが、ノコズとの混合比はどうでしょうか?

ノコズとフスマの混合容量比を5:1~7:3とした培地を用い、22℃・21日の培養後、菌かきをしてから28℃で20~50日熟成させて芽出し・生育を行ったところ、3:1の混合比の培地・40日の熟成の区で収量が最大となりました(図5)。

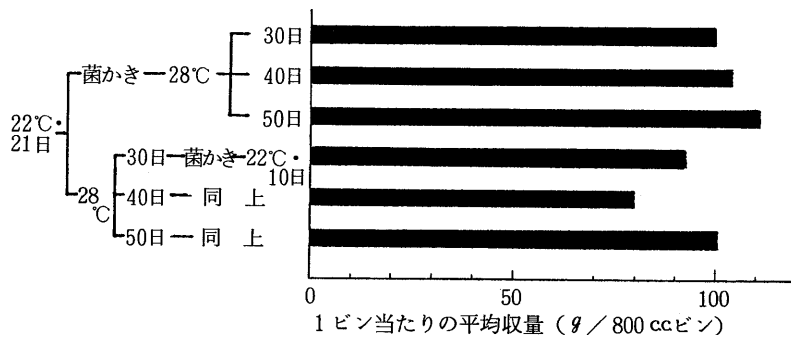
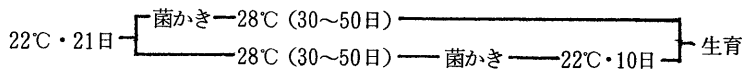


図4 熟成期間と菌かきの時期 (栽培工程と結果)

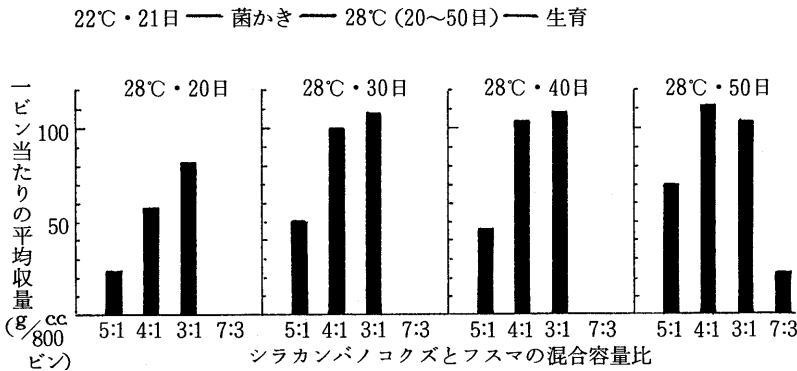


図5 培地の混合容量比とマイタケ収量 (栽培工程と結果)

シノコズは分解するのに時間がかかる物質ですから、マイタケ栽培では熟成に時間がかかる、と言うわけです。

とすれば、ノコズ自体の性質（分解されやすいか否か...つまり腐朽性）が問題になるはずですね。そこでそれまで混合していたミズナラとシラカンバのノコズを単独で培

この区では、1ビンあたりに詰め込まれた培地の中に含まれるフスマの量は65gでした。また、混合容量比7：3の区（1ビン当たりのフスマの量は85g）はすべての条件で発生不良で、マイタケがヒラタケやエノキタケの様に栄養添加物を多量に要求するキノコでは無いことが改めて分かりました。このことは、花や実物野菜に窒素肥料をやり過ぎると、花や実を作らなくなる現象と同様のことと考えれば良いのでしょう。

栄養添加物の量が少なければ、窒素分が少なくなります。同時にでんぷんなどの利用しやすい炭水化物も少なくなります。そこでマイタケはノコズをせっせと分解して炭水化物を作り出し、必要な栄養分を蓄積しなければなりません。しか

地原料としてマイタケを栽培してみました。ついでにカラマツのノコズも試してみたのです。

その結果は面白いものでした。天然ではマイタケの発生木であるミズナラより、天然では発生した例を聞かないシラカンバでの収量が勝ったのです（図6）。しかも、カラマツのノコズでの収量とミズナラでの収量はかなり近いものとなりました。つまり、マイタケ菌系にとってミズナラノコズは、シラカンバノコズに比べてカラマツノコズ同様の、利用しにくい物質であったわけです。それではなぜマイタケは天然ではシラカンバから発生せず、ミズナラから発生するのでしょうか？

22°C・20日 — 菌かき — 28°C(30, 50日) — 生育

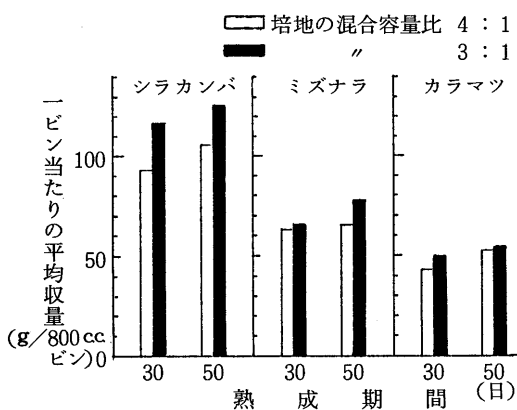


図6 ノコズの樹種とマイタケ収量 (栽培工程と結果)

### 7. 天然では微生物の競争がある

これは私の想像ですが、次の様なことだと思うのです。

山の中でマイタケはたくさんの胞子をキノコから飛ばして子孫の繁栄をはかります。この胞子は風に乗って遠く運ばれ、やがて着陸しますが、そこがシラカンバの上であれ、ミズナラの上であれ、条件が許せば発芽して菌糸を材の中に伸ばします。しかし、シラカンバはマイタケ以外の菌類にとっても利用しやすい材であるため、この材の中では種々な菌類の勢力争いが起こります。こうなると、生長の早い菌類や、他の菌類を殺してしまう菌類が有利です。そして、マイタケはこの勢力争いに勝てる程の力を持っていないため、ほとんどの場

合負けてしまうので、シラカンバから発生できないのでしょうか。一方ミズナラは、フェノール類などの阻害物質を含有しているため、これに侵入できる菌類は数が少なく、特に心材部で生活できる菌類となるとマイタケ以外にはほとんど無いと言えるのではないのでしょうか。

つまり、マイタケはミズナラを好んで選ぶのではなく、たまたま取り付いた樹がミズナラであるときだけ、他の菌類との競争に勝てるので、結果としてミズナラからだけ発生するのだ、と言うわけです。聞くところによると、東北ではまれにブナからマイタケが発生する例があるそうです。ブナもシラカンバのようにいろいろな菌類が利用しやすい樹ですが、この例の場合は、たまたまそのブナにはマイタケ以外の菌類が取り付かなかったために生じた、マイタケにとっては幸せな例だったと思われます。そして、この例の様なことがシラカンバで起これば、間違いなくマイタケはシラカンバから発生するでしょう。

写真をごらん下さい。これは林産試験場でシラカンバ原木でマイタケを発生させた例です。人工的に他の菌類の侵入を阻止してやれば、マイタケはシラカンバから立派に発生できるのです。



シラカンバほだ木からのマイタケ発生

## 8. 一般に行われているマイタケ栽培

これまで林産試験場での試験の結果を基に、マイタケと言うキノコの性質を見てきました。前述したとおり、人工栽培化を進める上で不幸だったのは、マイタケの発生適温が、菌糸の生長適温

(培養適温)と重なっていたこと、そしてそれと同時に、キノコの生長を十分に支えることができるだけの栄養分を蓄積していなくても、適温であれば芽を作ってしまう性質をマイタケが持っていたことに尽きるのです。

ひるがえって、現在行われているマイタケ栽培を見ると、ビンや袋を用いた周年栽培と、袋による自然栽培(発生を自然の気候の中で行う方法。菌床を吹き抜け小屋の棚に並べたり、袋から取り出した菌床を土の中に埋めたりして発生させる)の2つに分けることができます。前者は菌糸の培養後、菌床を芽出し室に移し、芽の形成を確認してから生育室に移し、キノコを育てて収穫します。その要となるのは「種菌の性質」であることは言うまでもありません。現在用いられている種菌は、不完全な栽培方法の中でも(熟成と言う過程なしに)、何とかキノコを発生させ得る強い品種を選抜したものです。しかし、栽培法が不完全なために、収量や品質はかなりバラツキますし、発生しないで終わるビンや袋も結構です。そして、同じ日に植えたものが同時に育って、同じ日に収穫できるのが周年栽培の利点なのですが、現状では一斉にそろった収穫は望めないようです。

しかし、熟成と言う過程を加えると、ヒラタケやエノキタケと同様に(たとえばシラカンバノコクズとフスマを使って林産試験場の種菌を用いた場合は、20~22 で20日間培養、28 で40日間熟成、18~19 の芽出しと生育を兼ねた部屋で15日間、植菌から合計75日目に1ビン当たり125gの収穫となるように)、完全にスケジュールにのっとった栽培となるのです。さらに熟成を行うと、どんな品種であれ、マイタケでさえあれば必ず発生させられるのです。私たちはこれまで市販株、野生株合わせて53株からキノコを発生させています。市販株はもちろん選ばれた品種ですから当然として、野生株にこれだけ広く適応する栽培法はほかに無いと自負しています。

さて、もう一方の自然栽培では、培養後の菌床を自然の気象の中に置き、季節がマイタケの発生に適するのを待ち、自然に発生してくるマイタケ

を収穫するのです。この方法によれば、一般に行われている周年栽培より大型で品質の良いものが取れることが、経験的に分かっているのですが、それがどうしてなのかは理論的に確立していません。しかし、私はこれを低温条件での熟成の結果だと考えているのです。培養が終った段階で菌床を野外に置いたり、土に埋めたりすれば、マイタケの発生温度から（この場合は低温側へ）外れます。そうすると芽の形成までの期間が必然的に長くなるので、熟成が進むというわけです。（周年栽培においても、低温熟成は理論的に可能ですが、その期間が長期にわたるため、冷暖房を用いた施設では、コスト的に実施が困難です。）

しかし、培養を終えて菌床を野外に出す時期や、その年の気象条件などがピタリと合わない場合は、やはり収量その他が大きく影響されるので、不安定な栽培であることに違いはありません。マイタ

ケ栽培を安定したものにするための、現状での最も良い手段が、高温熟成であることは間違いないと思います。

ただ、昨今の市場価格の推移、エネルギーコストの上昇、さらに既存の施設ではこれまで無かった熟成室を増設しなければならないなど、高温熟成をこれからやる上で困難があることも事実です。したがって、これから私たちマイタケ研究に携わる者がやらねばならないことは、良いキノコを、短期間に、低エネルギーで発生させられる品種の育成でしょう。しかし交雑による品種改良のためには多くの品種から胞子を取る必要がありますが、そのためには多くのキノコを発生させなければなりません。そして、沢山の品種からキノコを得るには、この高温熟成と言う手法が、大いに役に立つものと期待しているのです。

**（林産試験場 特殊林産科）**