

気軽に読める「微生物の小話講座」 (その7 冷蔵庫でキノコ栽培)

旭川工業高等専門学校 物質化学工学科 富 樫 巖

はじめに

旭川高専に限りませんが大学・短大を含む高等教育機関は、教育と研究活動に加えて地域貢献活動を求められる(自主的に行う)時代になっています。その地域貢献活動には、産業・企業との連携や支援、そして地域社会への貢献が含まれます。本講座の5回目に小中学生を対象にした参加型体験イベントを紹介していますが、そうしたイベントの企画・実行が後者の具体例となります。今回は、小中学生または社会人を対象にして行った活動について再度話題提供いたします。

旭川高専では、小中学生の夏休みと冬休みの時期に合わせて毎年ものづくりの体験イベントを行っています。開催する立場としては、どんな企画を提案するかを考え、何とかひねり出す努力をします。それ以外にも中学生などを対象にした体験入学・出前授業、社会人を対象にした公開講座の開催もあり、教員はネタ探し追われます。

小生は主に微生物利用と微生物制御を高専での守備範囲にしていることから、一般向けにアレンジした微生物を扱うカリキュラムを提案したいと思案します。日々の暮らしの中で最も身近な微生物の一つはキノコですから、もしもマンションやアパートの一室で食用キノコの栽培・収穫ができれば新たな感動が生まれるだろうと考えました。

どうしてテーマ名が「冷蔵庫でキノコ栽培」なのでしょう(イラスト1)。スーパーなどから購入してきたキノコを冷蔵庫で保存することができますが、栽培のための道具になるのでしょうか。では早速、本題に入りましょう。

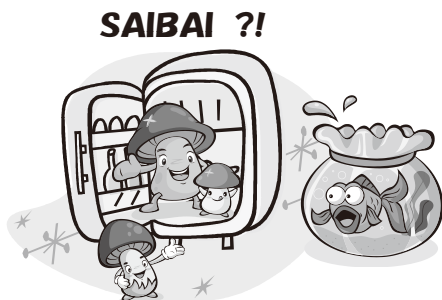


イラスト1 新鮮な驚き?...「冷蔵庫でキノコ栽培」

キノコの菌床を自分で作る体験

かつては丸太(ホダ木)でキノコを栽培していましたが、近年はノコズ・米ぬか・水で作った培地を用いる「菌床栽培」が主流となっています。ホームセンターでも「キノコの菌床」を販売する時期があります。その菌床の値段はかなり高価ですから、発生するキノコそのものの価値よりも育てる楽しみを売りにしていると思われます。

そこで、自分の手でノコズ培地を作成して培養容器に詰め、殺菌後に種を撒き(接種)、キノコを育てる企画を考えました。イベントでは2~3時間程度の参加者の拘束が限界であり、培地作りと接種のみが当日の高専での作業となります。それに続く培養操作と発生操作は、参加者の家庭で行っていただくことになります。

一方、自宅でキノコを栽培する場合の技術的課題は、培養環境の確保(適度な温度、光はおまかせ)とキノコに芽を出させて育てる発芽環境と生育環境の確保(適度な温・湿度、光が必要)になります(写真1)。



写真1 キノコ栽培の3つのステージ

キノコの培養

培養とは何か(どんな作業か)お分かりでしょうか。作成した培地に種菌を接種後に、この種菌から培地全体にキノコの菌糸を蔓延させる工程になります。一般的な植物栽培に例えると、植物の根が田畑の土壤中に伸びることに該当します。

特殊なキノコでなければ、20~28℃で培養を行うことになります。20℃以下の低温では菌糸成長が遅くなるだけですが、28℃を超えると元気をなくすキ

ノコが多発します。そして30℃中半ばを超えると死滅する可能性が高くなります。すると、夏場に直射日光が当たるような窓辺で培養するとか、あるいは冬場にストーブの傍やセントラルヒーティングの放熱板の近傍で培養するなどの（無謀な）ことがない限り大丈夫と考えられます。

また、キノコはカビの仲間ですから空気（酸素）がないと生きることができませんので、培地を詰めた培養瓶の蓋（キャップ）を密閉せずに、僅かに開けておくことが大切です。大事なものは蓋をしっかりと閉めたくりますが、通気の確保が不可欠です（写真2）。



写真2 家庭で行なうキノコの培養

キノコの発芽

キノコが主に秋に発生するのは、気温が低くなり（通常15℃程度以下）キノコの芽が発生し易くなるからです。すると、家の中に15℃程度の部屋があるかが大きな課題となります。そこで、思いついたのが家庭用の冷蔵庫の利用です。冷蔵庫内は5～10℃程度に維持されているはずですから、10℃程度以下で芽を作るキノコであればよいこととなります。ちなみに、10℃以下を好むものはかなりの低温型です。

栽培可能で、かつ一般的な食用キノコで10℃程度で芽を作るものとしてはエノキタケが挙げられます。別名ユキノシタ（雪の下を意味する）とも呼ばれるから、雪が降る寒い時期に発生する性質があります。実際に、一年中スーパーに並ぶ白造りのエノキタケは10℃を切る環境下で発芽作業を行います。このようなひらめきから、イベント用に2種類のエノキタケ種菌（野生型と白造り）を用意しました。野生型は、褐色の傘と柄を持ち、傘には適度なぬめりがある美味なキノコです。一方、白造りはやや黄色みを帯びていますが全身白装束で、スマートなスタイルをしているエノキタケです。両者は別物に見えますが、同一種のキノコです。野生型の品種改良によって白作りのエノキタケが生まれたものの、外観を除いて両者の性質・特性は大きく変わっていないようです。

キノコの芽が出たことを的確に把握するためには、培養瓶が透明容器であることが望ましいと考えました。そこで、イベントではスクリュウキャップのガラス培養瓶を用いることにしました。市販のガラス培養瓶は200 ml、または500 mlになります。冷蔵庫のスペースを考えると大きなものは迷惑がられることが想定されますので、200 mlを採用することにしました。スクリュウキャップであれば通気の調整が楽にできます（写真2参照）。

次の課題は、キノコの芽が乾燥しない環境を確保することです。プロの栽培者は加湿器を使用しますが、冷蔵庫の中で加湿器は現実的ではありません。そこで、培養瓶の中の湿気を利用することを考えました。培養瓶の半分程度まで培地を入れ、残りの空間にキノコを成長させるのです。キノコは小型になりますが、湿度を維持する最も簡単な方法です。培養瓶のスクリュウキャップが緩やかにかかっていますから、最小限の通気に加えて必要な湿度が確保できます（写真1参照）。

実は、キノコの芽が発生するためには低温に加えて光が必要になります。冷蔵庫内は開けた時以外は真っ暗闇です。この点が小生の悩みでした。でも、ものの取り出しに必ず冷蔵庫の扉は開閉されるはずであり、その際に入る光でキノコを刺激して貰うことに期待しました。実際に研究室の冷蔵庫を用いて試験したところ、エノキタケの発芽が可能でした（写真3）。



写真3 冷蔵庫に入れて発芽を促す

キノコの芽の生育

キノコの芽が出たら、それを育てて一人前のキノコに成長させます。エノキタケの芽を育てる温度は10℃程度の低温である必要はありません。30℃を超えるような暑さは問題ですが、25℃前後の室温でも可能です。そして、キノコの傘を育てるには光が必要ですから、冷蔵庫の中で芽がでたら培養瓶を室内に出すのがベターです。もちろん、培養瓶のスクリュウキャップは僅かに開けたままにします。

繰り返しになりますが、キノコに芽を出させる温度とキノコの芽を育てる温度は同じである必要はありま

せん。これが大事なポイントです。では、芽が出た培養瓶を冷蔵庫に入れたままにするとどうなるでしょう。低温ですからゆっくりと芽が育ちます。そして、冷蔵庫の中は暗いので傘の発達が抑えられます。その結果、やや色白の傘の小さなエノキタケが登場することになります（写真4）。



写真4 光不足のキノコ（左）と通常のキノコ（右）

エノキタケが瓶の中で成長して、スクリューキャップとぶつかったらキノコの収穫時期が到来したと考えましょう。欲張ってスクリューキャップを取り払ってさらにエノキタケを成長させようとするとキノコが乾いてしまい、やがてミイラになります（死にます）。これでは美味しく頂くことができません。また、人によっては培養瓶の中で育ったかわいいキノコを食するのをためらうかもしれませんね。でも、そのままではキノコが熟しすぎてやがては腐ってしまいます。残念ですが、食べてみましょう。

エノキタケの栽培期間

キノコの栽培期間（培地作りからキノコの収穫まで）は、最も短いタモギタケの20日間前後からシイタケの3か月程度まで大きな幅があります。野生型のエノキタケの栽培期間は45日程度、そして白造りのエノキタケの栽培期間は50日程度になります。今回のイベントでは200 mlの培養瓶（プロの栽培者は850～1000mlの培養瓶）ですから、比例配分で計算すれば上述の期間の四分の一から五分の一程度になりますが、そうはいかないのが現実でした。ミニチュアであってもほぼ同じ栽培期間を覚悟しなければなりません。

入手した野生型と白造りエノキタケ（各1菌株）の特性を比較したところ、冷蔵庫において前者の発芽が早いことが分かりました。培養、そして後ほど解説する「菌掻き」と「給水」を終えて冷蔵庫に入れますと2週間程度後に芽が出ます。一方、白造りの発芽はそれより1週間程度遅れ、かつキノコの傘の形も揃いませんでした。イベント参加者の方々が初めてのキノコ栽培に挑戦することを考えると、1日でも早くキノコが発生する（何らかの変化がある）と安心できるはずです。

そこで、野生型エノキタケの採用を決めました。

200 mlの培養瓶に60～70g程度の培地を詰め、研究室のオートクレーブで加圧蒸気殺菌した後に種菌を接種します。その培養瓶を各家庭に持帰り、25℃程度の室内で培養すると2週間で培養が終了します（培地全体にキノコの菌糸が蔓延する）。菌掻き・給水後に冷蔵庫に投入すると2～3週間で芽が発生し、その後室温で生育させると1～2週間程度で食べごろ育ちます。トータルで5～7週間の栽培期間となります。

エノキタケの二番発生

上手に菌床を管理すると二番発生が可能になります。発生したキノコを根元から取り出します（切り出します）。そして、スプーンなどを用いて菌床の上面に残ったエノキタケの足を取り払い、菌床に水道水を数時間吸わせませす（給水）。余剰の水を捨てて再度培養瓶のスクリューキャップを軽く閉め、冷蔵庫に入れて発芽を促します。芽が出たら、同様に室温で育てます。残念ですが、形は小型化するようです。

注意したいのは、発生したエノキタケの収穫方法です。キノコの傘近くから上部のみを刈り取って菌床上に柄を残す方がいます。多分、また傘ができると期待しているからと考えられます。稲から粃のみを収穫して、そのまましたらまた粃ができるのでしょうか。不可能ですよ…キノコも同じです。また芽から育てるしかないのです。確か、青森放送の伊那かっぺい氏の話ネタに「凍った池での鴨の狩猟」がありますが、残った足からまた鴨の体が出てくることはないのです（イラスト2）。残念です…

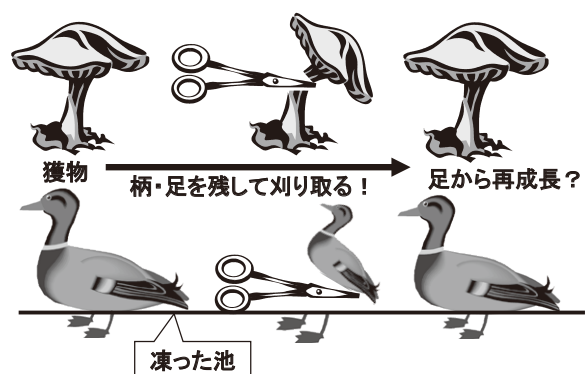


イラスト2 柄や足から再成長することはない…

菌掻きと給水

少し話が前後しますが、室温で培養を終えた後にきれいに洗ったスプーンを用意して菌掻きをします。キノコの芽が培地全面に発生するように接種した種菌を取り払い、さらに少しですが菌床の表面を掻き均し

す。菌床の表面を掻き均すことはキノコの菌糸をいじめることとなりますので、そのいじめが芽を出すための刺激になるのです（写真5）。



写真5 菌掻きの様子（スプーンで種菌を掻き取る）

菌掻きが続く給水では好気性のエノキタケを水攻めすることになりますので、菌掻きと同様に芽を出すための刺激になります。生き物を最適な環境で育てるとさせると次のステージ（発芽）に進まないの、いろいろな方法で刺激して尻を叩くのです。一方、上述の二番発生での給水では菌床に水分を補給する意味合いもあります。キノコの水分は90%以上あります。一旦キノコを発生させ・収穫すると菌床の水分が減ってしまいますので、新たにキノコを発生させるために必要な水分を補給するのです。

ノコクズ培地の組成

一般的な菌床栽培では、ノコクズ、米ぬか、水（水道水）が培地原料になります。培地水分は60～65%が望ましいので、培地を100g作るとすると60～65gの水が入ることになります。そして残りの40～35gがノコクズと米ぬかです。キノコは木の子ですからノコクズが好物に思えますが、エノキタケの菌床栽培では米ぬかの栄養でキノコが育ちます。ノコクズは水を蓄える働きを担っています。なぜならば、エノキタケにとっては栄養豊富（糖質やタンパク質）な米ぬかを食べる方が楽チンなのです。

今回のイベントでは培地100g当たり水65g、ノコクズ17g、米ぬか18gとしました。米ぬか比率を上げるとキノコの収量が増える可能性が高まりますが、病気にもなり易くなりますので程々がポイントです。なおノコクズはエゾマツであり、林産試験場きのこ部から栽培用に篩いにかけてものを分けていただくことができました。この場を借りまして感謝申し上げます。キノコによってはミズナラやカンバなどの広葉樹ノコ

クズのみを要求するものがありますが（シイタケ、マイタケなど）、エノキタケはエゾマツが大好きです。

キノコ栽培体験講座の人気は如何に

2009年1月に小中学生対象のイベントに「冷蔵庫deエノキタケ栽培」を開催しました。30名の募集でしたが、僅か11名の応募となってしまいました。小中学生にとっては、今ひとつ受け悪かったといえます。内容的には自信がありましたので、同年7月の社会人対象の公開講座「くらしの中の微生物を学ぶ～キノコ栽培から罪な微生物まで～」で再挑戦しました。日中働いている方々も参加しやすいように昼コースと夜コースの2回開催しました。その結果、各10名募集（合計20名）にほぼ定員を満たす応募がありました。

この公開講座の参加者1名の方から、自宅で発生したエノキタケの写真を頂きました。見事に7本の200mlの培養瓶から野生型エノキタケが発生していました。うち1本は、二番発生でした。「冷蔵庫でエノキタケ栽培」の試みは、少しは成功したかなと安堵しました。

最後に

旭川高専の職員の中にもエノキタケ栽培に挑戦していただける方々がいて、菌床をお分けしました。その方々から頂いた失敗談を以下にまとめます。

- ①培養瓶の蓋を取って芽を生育させたことでキノコが乾燥した（キノコが死滅）。
- ②培養瓶の蓋を密閉したのでキノコが酸欠状態になった（キノコが死滅、または奇形）。
- ③培養を冷蔵庫の中で行ってしまい、培養が大幅に遅れた。
- ④発芽後も冷蔵庫の中に置いたので傘が小さいキノコになった。
- ⑤収穫はほとんど傘のみとし、柄をたくさん残した（また傘が出ると期待した）。

この結果から栽培ノウハウを伝えることの難しさを感じるのと同時に、地域貢献活動を成功させるヒントは足元にあると考え始めています。（つづく）

お詫び：本講座のその6（2009年6月号）の中で「メシリン」と記載した抗生物質は、「メチシリン」の誤りです。重ねてお詫び申し上げます。