

キノコ栽培での微生物汚染トラブルを解決する

- 原因を突き止めよう -

宜 寿 次 盛 生

キーワード：雑菌，害菌，トリコデルマ，バクテリア

はじめに

現在食用キノコの生産は、主に施設栽培により行われており、おが粉を中心とした菌床栽培が主流となっています。菌床栽培では、おが粉に栄養源として米ぬかなどを添加した栄養豊富な培地を用いるため、常にカビやバクテリアなどほかの微生物の侵入を警戒しなければなりません。また、キノコの生育環境を制御するために用いている施設は、皮肉なことにほかの微生物にとっても良好な環境を提供することになってしまい、ともすればその数が増えてキノコ生産の障害となります。このようにキノコ生産というのは、常にほかの微生物との競争という一面があり、そのためほかの微生物のことを、ひとまとめにして雑菌または害菌と呼んでいます(以下、害菌とする)。害菌による被害が大きいと、キノコ生産者にとって経済的、精神的ダメージは大きく、キノコ生産をやめてしまうこともあります。そこで、害菌汚染によって起こるトラブルに対処する方法を体系的に取りまとめ、生産者にとって利用しやすいフローチャートを作成する必要があります。

今回は北海道各地で発生した事例を検証しながら、害菌汚染の原因を突き止める手順を紹介します。

トラブルの症状と発見時期

キノコ生産工程の概略は、図1のように考えることができます。まずプラスチックの袋やビンに充填した培地を高温で加熱することによって、元々培地材料

に存在していた微生物を死滅させます。その後は、無菌状態の培地に接種した種菌の生育を促しながら、キノコ以外の微生物が侵入してこないように管理します。キノコも生きているので、呼吸に必要な空気の通り道が必要となります。そのためにキャップに隙間を空けたり、フィルタなどを取り付けたりにしています。害菌は隙間やフィルタを通じて培地に侵入することが多いので、栽培施設内の微生物密度をなるべく減らすように心がけます。特にキノコを植えるときは、袋を開けたりフタを外したりして培地が外気にさらされるので、接種室内はキレイに消毒し、無菌状態にする必要があります。その後の培養工程においてもキノコの菌が培地に蔓延するまで、害菌が侵入するのを防ぐことが必要です。

ところで、生産現場のトラブルには、様々な場面が考えられます。たくさんあるトラブルの症状を大きく三つに分けて、その発見時期をまとめてみました(表1)。まず目で見て分かる害菌の混入です。写真1のように、特に緑や黒色のカビの胞子が出来ると簡単に分かります。キノコに比べカビの成長は速いので、このような症状は培養初期から発見されることが多いと考えられます。二つ目の症状としては、キノコの菌回りの遅れです(写真2)。菌糸の成長が遅くなって、場合によっては途中で成長が止まってしまう、いわゆるストップ症状があります。この場合は害菌の姿が見えず、白いキノコ菌糸の成長異常で分かるので、発見は比較的遅れて、培養中期頃から気付くことになります。三つ目はキノコの発生不良です。キノコの収量が減ってしまったり、写真3のようにキノコの発生が全くない菌床があったりします。これは、キノコの発生・生育工程になって気付く症状ですが、実際に相談が多いのは、このようにキノコが発生不良になってからです。

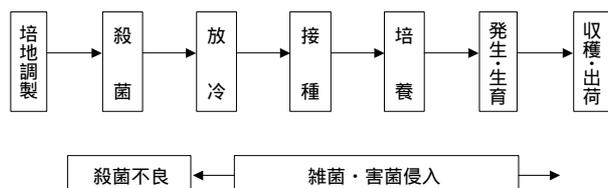


図1 キノコ生産工程の概略と害菌混入状況

表1 微生物汚染によるトラブルの発見時期とその症状

(1) 目で見て分かる害菌の混入 (孢子や菌糸が見える)	培養初期～
(2) 菌回りの遅れ	培養中期～後期
(3) キノコの発生不良	～生育後期

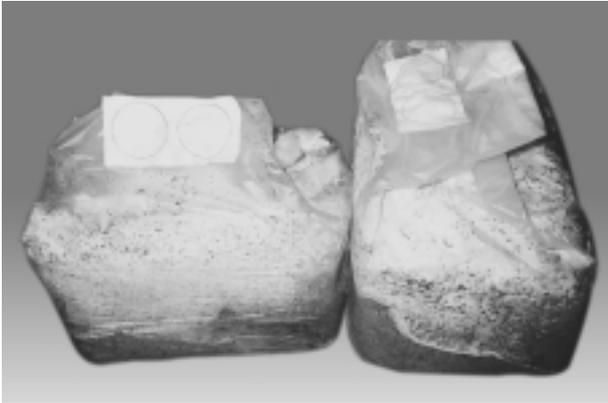


写真1 目で見て分かる害菌の混入(マイタケ) 菌床下部が害菌に汚染されている。



写真2 菌回りの遅れ(野生型エノキタケ「えぞ雪の下」) 左：正常な菌回り，中・右：菌回りの遅れ

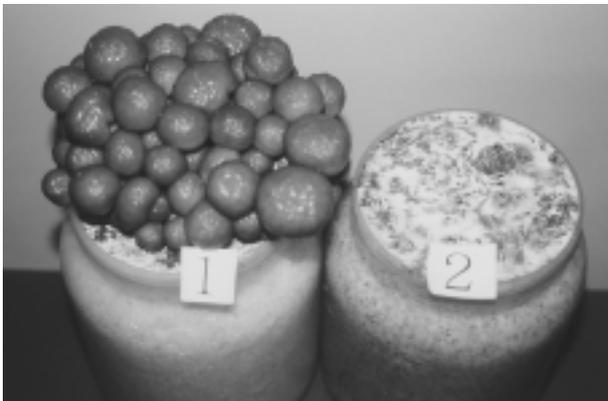


写真3 キノコの発生不良(ナメコ) 1：正常な菌床，2：キノコの発生がない菌床

技術相談事例

では実際の技術相談の事例を紹介します。三つの症状から原因を追っていきましょう。

事例1. 目で見て分かる害菌の混入

2001年4月、害菌汚染の激しいナメコ栽培中のビンが持ち込まれました。図2に示すように、害菌はビンの側面や、菌床上面に大きく広がっていました。汚染された培地を寒天培地(PDA)に接種し、培養した結果、キノコ栽培の大敵トリコデルマ(カビの一種)であることがわかりました。その後、現地調査を行ったところ、培養中のナメコ菌床にトリコデルマが混入しているのが認められ、汚染されているビンはランダムに発生していました。次に栽培施設内の空中落下菌を採取・測定しました(表2)。接種室でもペニシリウムなどの落下菌を検出することはあるのですが、トリコデルマがこんなに多いことはありません。

これらの結果から、接種室にトリコデルマが生息しており、接種時に混入していると推察されました。そこで対策として、接種室の清掃・消毒を行い、汚染されている培養ビン処分したところ、徐々に改善されました。

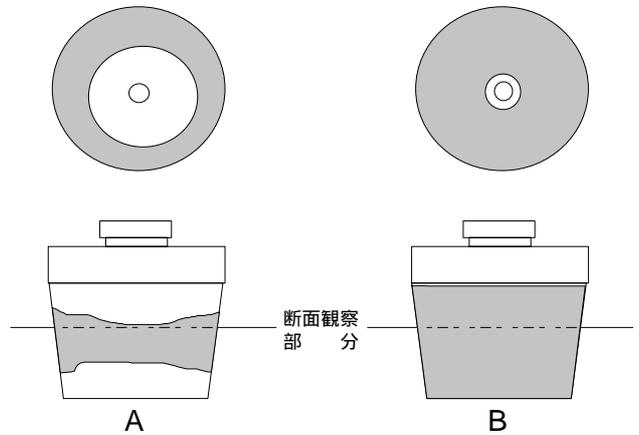


図2 害菌汚染を受けたナメコ培養ビン

上図：フタを外して上部菌床をかき出して上から観察，下図：ビンの側面から観察した。白い部分はナメコ菌糸が蔓延しており、色付の部分はカビ(の孢子)が被覆している。

A：部分汚染，B：全面汚染

表2 ナメコ生産者の接種室での空中落下菌の測定結果 (直径9cmのシャーレ1枚当たり検出した平均カビ数)

	事例1の接種室	別の生産者の接種室
カビ	4.1	0.2
ペニシリウム	2.0	0.0
トリコデルマ	1.9	0.0
その他カビ	0.2	0.2

注) 事例1の生産者は2001年4月測定，別の生産者は同年9月に測定した。

事例2. 菌回りの遅れと発生不良

1996年4月、ブナシメジの生産施設で発生不良が起きており、菌回りも遅れているということでした。現地調査を行い、雑菌検出検査を行ったところ、培養中の培地と培地材料である針葉樹おが粉から害菌であるバクテリアが検出されました。さらに、これらバクテリアの耐熱性が高いことも分かりました。一般に針葉樹おが粉は、阻害成分を除いたりするため散水堆積します。この施設では堆積期間が長すぎたせいか、おが粉にバクテリアが増えすぎているものと考えられました。おが粉を替えることで改善されました。

事例3. 菌回りの遅れ(その2)

2001年7月、野生型エノキタケ「えぞ雪の下」の生産施設の例です。写真2のようにキノコの菌糸蔓延が遅れる、あるいは止まるといった症状が見られ、キノコの発生もバラついてきているということでした。これは、事例2と同じくバクテリア汚染と考えられたため、問題の菌床を検査してみました。ところが外観からは分

からなかったのですが、キノコの菌糸が蔓延していないところに薄い菌糸が蔓延していました。分離・培養したところ、ケカビ類の害菌が検出されました。そのほかに接種孔の中にはペニシリウムが認められました。さらに調査を進めると、種菌が汚染されていたことが判明しました。そこで信頼できる種菌に変更したところ、徐々に改善されました。

おわりに

これまでの事例から、トラブルが起きた場合、基本的にまず症状を把握し生産工程の順を追って行くことで、原因に突きあたると考えられます。そこで、先ほどの3事例を参考に、原因を突き止めるフローチャートを作成しました(図3)。このフローチャートを基に、各生産者の施設や、それぞれのキノコに合ったより具体的なマニュアルを作り活用することでトラブルはもっと減らせると思います。

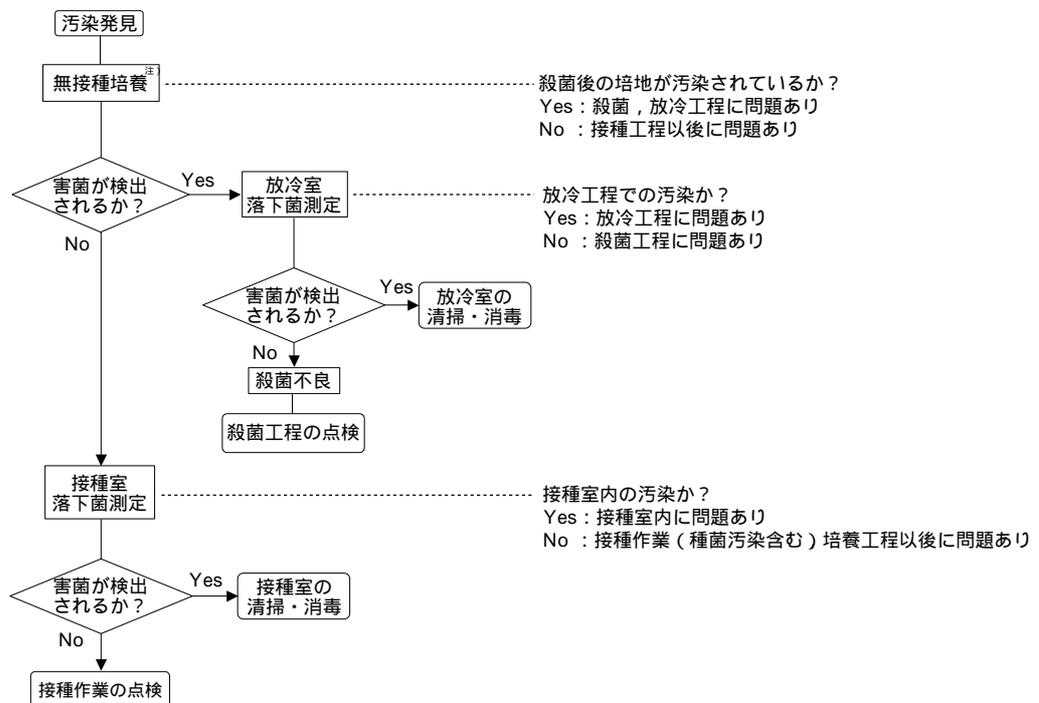


図3 微生物汚染原因究明のフローチャート

注) 殺菌後に放冷室で冷却した培地を、接種しないで培養すること

(林産試験場 生産技術科)