



特別研究「きのこ病害虫の発生機構の解明と生態的防除技術の開発」の主要成果報告

特用林産研究室 宮崎 和弘

1. はじめに

きのこは古くから、日本や中国において健康食品として食されてきました。特に近年、グルメブームや健康食品ブームに後押しされるように、ダイエット食などとして取り上げられることも多くなっています。あまり一般的にはなじみがなかったマイタケやブナシメジといったきのこも栽培化が進み、店頭で普通に見かけられるようになってきました。最近では、これらのきのこの多くが従来行われてきた原木栽培に代わり、人工調整した培地で栽培を行う菌床栽培という方法で栽培されています。菌床栽培は栽培環境が調節できる施設内で栽培を行うため周年栽培が可能で、機械等も導入し易く、きのこ生産における菌床栽培の割合は年々増加する傾向にあります。しかし、一見いいことづくめのような菌床栽培ですが、空調設備の投資費や維持費が高いこと、外国産のきのこが大量に安く輸入されるようになってきていることなどから採算ベースにのれない農家も多いようです。また、閉鎖された施設内で栽培する菌床栽培では栽培環境

(適温・適湿)を好む他の菌や菌食性の虫等が施設内で発生し被害を与える病虫害が問題となります。いったんそのような菌や虫が入ってしまうとなかなか防除することができず、時に生産不可能な状態に陥ってしまうこともあります。現在、一部薬剤が使用可能とされていますが、健康食品としてのイメージが強いきのこ生産では薬剤等の使用は好ましくなく、また、薬剤の連続使用は耐性をもった害菌や害虫の発生を招く危険性もあり、逆に被害を大きくしてしまうことにもなりかねません。そこで、栽培環境の制御や天敵微生物を用いた生態的防除技術の開発が緊急な課題とされてきました。

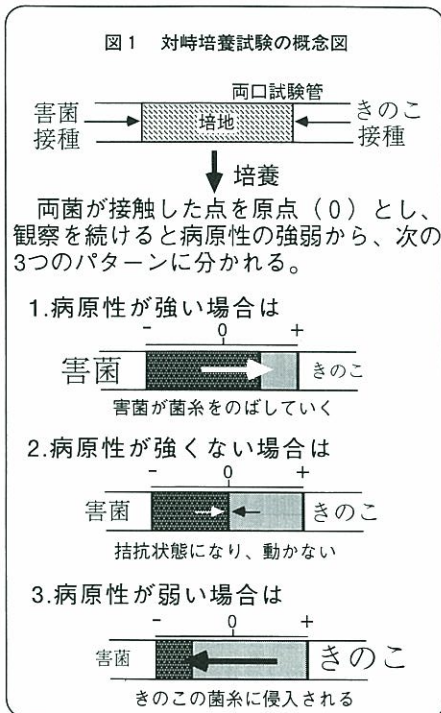
このような背景から、平成3年度より森林総合研究所(本所、九州支所)、蚕糸・昆虫農業技術研究所、東京農業大学の共同による特別研究「きのこ病害虫の発生機構の解明と生態的防除技術の開発」がスタートし、平成6年度までの4年間、各研究機関においてきのこの病虫害問題を取り上げた研究が行われました。ここでは、当支所での成果を中心にこの特別研究のなかの

主な成果を紹介したいと思います。

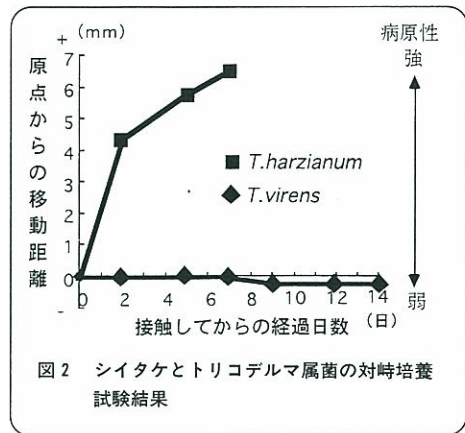
2. 害菌の発生調査および生態的特徴

まずはじめに、害菌の発生した施設（シイタケ、ヒラタケ、エノキタケ等の栽培施設）から分離調査を行ったところ、*Trichoderma*, *Mucor*, *Verticillium*, *Penicillium*, *Cladobotryum* ほか多種類の菌が分離されました。これらの菌が、きのこの栽培中に培地内に混入し発生不良や奇形を起こすわけですが、それぞれの菌の病原性は異なっていて、大きく分けるときのこの菌糸を殺しながら自分の菌糸を伸ばしていく殺傷性の強い菌（*Trichoderma* など）と、孢子の比重が軽く空中に浮遊しやすいため混入する確率が高い菌（*Penicillium* など）に分けられるといえます。

試験としてはまず培地内でのきのこの菌糸と害菌のやりとりを明確にするために、両口試験管を用いた対峙培養試験を行いました（図1）。



試験は、両口試験管（ガラス性の筒）に、培地を詰め、片側にきのこの菌糸を反対側に害菌を接種し、両菌が接触した後菌糸がどちら側に移動して行くか観察するという方法で行いました。接触後の菌糸動向のパターンから、接触した後も菌糸を伸ばしていく病原性の強いもの、接触後拮抗状態になってしまう病原性の強くないもの、逆にきのこの方に押されてしまう病原性の弱いものに分けることができます。実際にシイタケと *Trichoderma* 属菌の対峙培養試験を行ったところ（図2）、同じ *Trichoderma* 属に属する菌であってもその種類によって病原性は異なっていることが判明しました。



次に、シイタケの菌床に害菌（対峙培養試験結果から、病原性が強いとされた *Trichoderma harizianum*）の孢子を、孢子数および接種時期を変え接種し収量を比較する栽培試験を行いました（図3）。孢子3個をシイタケと同時に接種した場合、シイタケの子実体はまったく収穫されなかったことから、シイタケ菌の接種時に *T. harizianum* の孢子が混入すると多大な被害を与えることが予想されます。逆に、培養が順調に進んでしまえば 10^4 個（1万個）の孢子を接種しても収量の減少はみられず（図3：143日目）、培養初期に注意しておけば被害はほとんど出ないと考えられます。

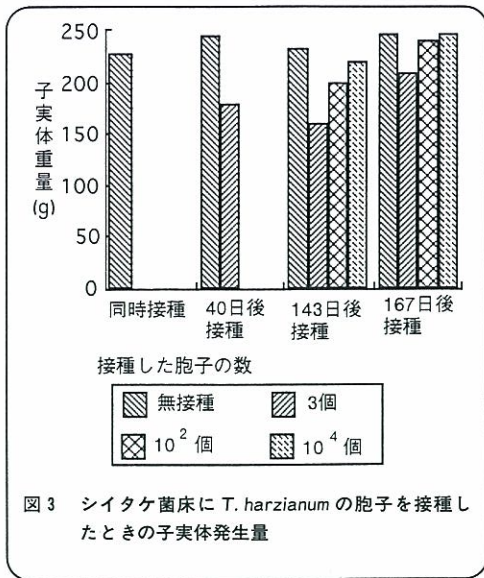


図3 シイタケ菌床に *T. harzianum* の孢子を接種したときの子実体発生量

3. その他の成果

その他、当支所以外の研究機関における主な成果を紹介します。

本所の昆虫生態研究室の成果として、クロバネキノコバエの防除法として開発されたライトトラップがあります。これは、誘蛾灯の周りに粘着性の膜をはり、クロバネキノコバエを捕らえるというものです。最初は、施設内に発生したクロバネキノコバエの個体数を調査するために開発されましたが、予想以上に防除効果があり現在特許を申請中です。

次に、東京農業大学の成果であるヒラタケ子実体の褐変病などの原因菌 *Pseudomonas tolaasii* の簡易同定法の開発があげられます。従来、細菌類の同定には多段階にわたる検索が必要とされたいへん時間がかかってしまいますが、開発された同定法は特殊な培地上で別の

Pseudomonas 菌と対峙させるときに、白いラインが中間部分に形成されるかどうか（形成されれば *P. tolaasii*）とその時のコロニーの色（*P. tolaasii* のコロニーは青色を呈する）で判断するもので、非常に簡便に同定が行えます。この方法を利用することで今後細菌病の調査が進むことになると思われます。また、蚕糸・昆虫農業技術研究所において *P. tolaasii* の生産する毒素成分の化学構造が解析されました（図4）。

本所きのこ科においては、きのこ菌株の耐病性を判断する耐病性検定法の開発が行われました。方法としては、きのこが生産する抗生物質を定量する化学的方法や対峙培養試験や孢子接種を行った菌床の被害部分を観察する生態的方法が検討されました。同じ種類のきのこでも、系統が異なると害菌に対する耐病性もかなり異なっています。今後、新しい栽培品種を作出する場合にはこの様な耐病性も品種特性のなかで考慮されるべきだと思われます。

4. おわりに

きのこの病虫害問題にはまだまだ解明されていない点も多く、栽培形態も年々変化しているなか、今後もさらに調査・研究を進めて行く必要があります。今回の研究成果は、今後調査を行う際の貴重な資料になると思われます。特に、九州地方においては温暖多雨という気候からか、病虫害の発生が他の地域よりも目立つようで、九州地方できのこ栽培を行う場合この病虫害問題は重要な問題となっています。今後も、継続して当支所においてきのこの病害問題を取り上げた研究を行っていききたいと思います。

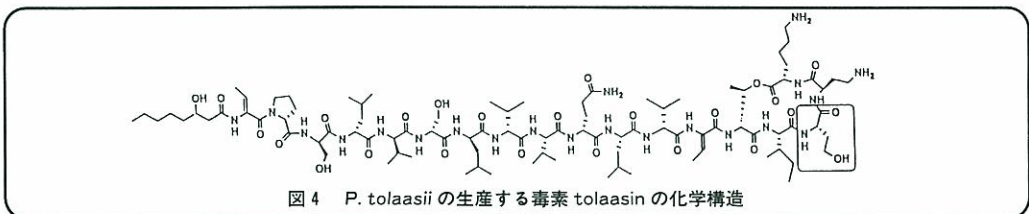


図4 *P. tolaasii* の生産する毒素 tolaasin の化学構造

暗色枝枯病による材の変色がもとになって 発生するスギの黒心化被害

樹病研究室 河辺 祐嗣

赤心と黒心

スギ材は心材の色から赤心と黒心に分けられますが、好まれるのは一般に赤心で、黒心は材の欠点のひとつとみなされます。黒心は遺伝的形質であるとか、生育する立地環境条件の影響を受けてほんらい赤心であるはずの心材が黒心化したものであるなどといわれていますが、黒心が発生する原因や機構はまだはっきりわかっていないのが現状です。また、これらの要因のほかに枝打ち等の人為や病虫獣害による傷害がもとになって赤心が黒く変色して黒心化する場合もあるようです。

ここでは暗色枝枯病による材の変色がもとになり時間の経過とともに心材色が黒くなる黒心化被害について紹介します。

暗色枝枯病とは

暗色枝枯病はギグナルディア・クリプトメリアエという病原菌による病害で、枝枯れと胴枯れ（枝がついている幹部が紡錘形状にえ死するために発生する病斑）被害として従来知られていました。しかし、胴枯れに伴って木部の変色被害が同時に引き起こされることから、材質劣化（材の変色や腐朽が外観上の欠点や強度低下の要因となって材価を低下させる）の病害要因として近年注目されるようになりました。

九州地域における暗色枝枯病被害を調査している時に、黒心化しているスギには同時に暗色枝枯病の発生が多いことに気づいたことが、黒心と暗色枝枯病との関連を調べるきっかけになりました。

黒心化したスギの暗色枝枯病の発生状況

暗色枝枯病による材の変色は、縦方向の長さが平均20cm位で長いものでは80cmあり、樹齢の増加に伴って樹幹の下方から上方に推移しながら連年発生し、地際部と梢端部を除く樹幹部にほぼ連続してまんべんなく発生しています。

材の変色の発生のしかたは樹幹部位置により異なり、心材化が認められない樹幹上方部位では辺材部横断面に胴枯れ病斑のえ死部幅で材の変色が発生し、え死病斑部にはカルスによる巻き込み痕が認められます(写真-1)。心材が形成されている樹幹中間部位では、辺材部に当初形成されていた暗色枝枯病の材の変色が心材内に含まれるようになり、心材部では暗色枝枯病による材の変色から黒い変色が心材木部に拡がり部分的な黒心化が認められます。心材化が進んだ樹幹下方部位では、当初の暗色枝枯病による材の変色は心材内に全て含まれており、そこでも暗色枝枯病による材の変色痕の周囲に黒い変色が拡がるように黒心化が見られます(写真-2)。

これらのことから、辺材部に当初発生した暗色枝枯病による材の変色は、心材内に含まれるようになるときその心材化の過程に影響を及ぼし、本来赤い心材色を黒く変色させると推定されました。また、連年の罹病により木部内に蓄積されている個々の材の変色から発生した黒心化が相互に連続することにより全身的な心材部の黒心化になると考えられました。

材の変色からの菌の分離

発生年が異なる材の変色部から菌を分離すると、暗色枝枯病は被害発生後4～5年以内の材の変色部からだけ分離され、それ以上経過した変色部からはペニシリウム属菌やトリコデルマ属菌等が分離されました。

菌の黒心化に関与する色素生産

暗色枝枯病菌とそれ以外に材の変色部から分離されたペニシリウム属菌やトリコデルマ属菌の培養ろ液にスギの心材木部材片を浸して黒くなる程度を調べると、黒色の色調を示す暗色枝枯病菌の培養ろ液に浸した場合が一番大きく、赤色の心材色が黒褐色の色調となりました。

暗色枝枯病菌は材の変色部位に優先的に繁殖し、同時に黒色色素を生産して変色部内に蓄積します。また、その他の菌からも心材の色調を黒くする色素が生産蓄積され、材の変色部の黒色化を促進すると考えられます。

暗色枝枯病による材の変色が樹幹部の樹液流動に及ぼす影響

ヒートパルス法で木部における樹液の流れる速さを測定すると、材の変色部位では樹液の流れが低下しており、同時にその上下部位にも影響を与えていました。樹液の流れは材の変色部で最も遅く、その下部がその次に遅くなっていました。

材の変色部およびその周囲の心材と辺材の含水率を比較すると、辺材部>材の変色部>心材部であり、三部位の含水率に勾配があることがわかりました。

材の変色部でも正常辺材部に比べて速度は遅いが樹液が流れていることおよび上記三部位に含水率の勾配があることから、材の変色部の樹液流は含水率の勾配に従って辺材部から材の変色部へ、さらに材の変色部から心材部へと流れていると考えられました。

暗色枝枯病による材の変色から黒心化へ

上述したことから暗色枝枯病による材の変色がもとになって黒心化する様子をまとめると、暗色枝枯病菌とその他の菌により生産された色素が蓄積した材の変色部が心材部に含まれるようになると、材の変色部の黒色色素が辺材部から材の変色部を経由して心材部へと移動する樹液の流れの流れて移動し、さらに黒色色素が心材内に拡散して部分的な黒心化が発生する。個々の黒心化した部位は相互に連続することにより樹幹心材全体の黒心化にいたると考えられました。

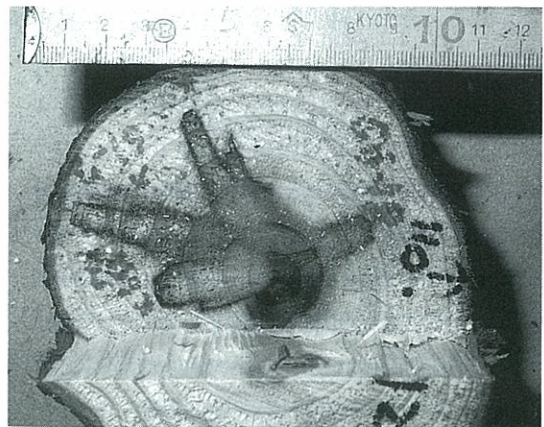


写真-1 樹幹上方部位の材の変色

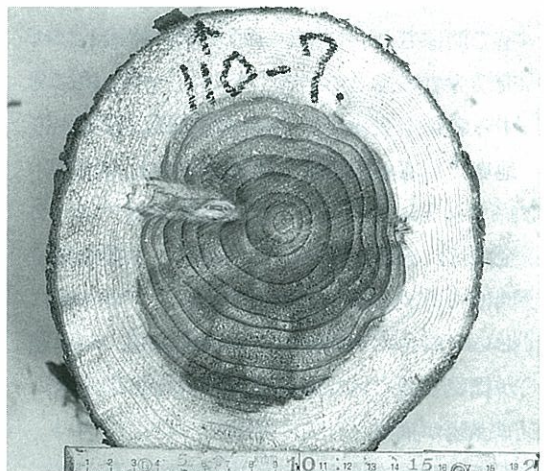


写真-2 心材化が進んだ樹幹下方部位の材の変色

鳥獣シリーズ（2）

ニホンジカ（その2）

所変わればシカ変わる

ニホンジカはベトナムからウスリー地方にかけて分布し、分布域の緯度差は35度にも及びます。国内に限っても慶良間列島（北緯26度）から北海道（北緯45度）にいたる広い地域に生息しています。カナダ南部からアマゾン川流域にかけて分布しているオジロジカでは、分布域の緯度差がさらにスケールアップされ、北限（北緯60度）と南限（南緯15度）の差は実に75度にもなります。ここまで離れてしまうと、北のシカと南のシカの生活にはいくつもの違いが見られるようになります。たとえば、北緯30度以北に生息するオジロジカは秋に交尾をして翌年の春に子どもを産む季節繁殖をしますが、このパターンは熱帯に近づくにつれて崩れ、赤道付近では周年繁殖をしていたという報告もあります。

ニホンジカでも、食性や社会構造に地域変異がみられることが報告されるようになってきました。最近問題になっているスギ・ヒノキの食

害も、関東地方では秋～冬に限定して発生するの対して九州地方では春～夏あるいは一年中発生しており、同じ九州の中でも枝葉だけが被害されるケースや枝葉に加えて樹皮が被害されるケースなどさまざまなバリエーションがあることが分かってきました。

まさに所変わればシカ変わるですが、人間側にも地域の実情に応じて柔軟に対応する態度が必要なようです。



（昆虫研究室 小泉 透）

連絡調整室から

- 1) 平成7年度九州地区林試協(秋季)場所長会議が9月20日～21日にかけて九州支所の会議室で開催され、全国林試協関係の報告及び研究功労賞候補者の推薦、研究担当者会議に関する各部会長報告、ブロック会議に提案する地域重要課題の提案と調整が行われました。
- 2) 平成7年度林業研究開発推進九州ブロック会議は、去る10月12日に熊本厚生年金会館で開催されました。九州各県から「ブロックにおいて緊急に解決を要する研究課題」34課題が提案され、18課題に整理検討の結果、次の6課題が抽出されました。

- ①有用広葉樹の優良品種創出技術の開発。
- ②ニホンジカによる森林被害の地域特異性の解

明と防除技術開発のための基礎調査。

- ③スギ・ヒノキの主要材質劣化病害の解明と防除に関する研究。
- ④間伐林分における高性能林業機械の活用方法に関する研究。
- ⑤スギ・ヒノキ優良品種選抜のための材質評価。
- ⑥針葉樹材の効率的な乾燥方法の開発。

九州の森と林業 No.34 平成7年12月1日

編集 農林水産省 林野庁

森林総合研究所九州支所

熊本市黒髪4丁目11番16号

TEL (096)343-3168

FAX (096)344-5054