

資料

ナラ枯れ被害木を利用した菌床栽培における 子実体発生への影響

上辻久敏・茂木靖和

キーワード：ナラ枯れ被害木，食用キノコ，子実体発生

I はじめに

全国で栽培されている食用キノコの大部分が菌床栽培で行われている。菌床栽培の基材となるオガコに関して、素材生産量の減少から入手に不安を抱えている地域も存在する。特に広葉樹では、樹種別の調達や安定供給の面で針葉樹よりも不安定な要素を抱えている。菌床栽培されている食用キノコの中でヒラタケやエリンギなどでは、菌床の基材として広葉樹だけでなくスギのような針葉樹も利用可能であるが、ナメコやシイタケでは、栽培に適するオガコが広葉樹だけである。菌床で栽培されるキノコにとっては、オガコの安定供給とオガコに代わる安価な資材が要望されており、研究機関では様々な検討が行われている（水谷，2006；高島，1998）。

現在、ミズナラやコナラなどのブナ科の広葉樹が枯れるナラ類萎凋病（通称、ナラ枯れ）と呼ばれる被害が発生しており、広葉樹オガコの調達へ直接的な影響はまだ報告されていないが、今後、調達への影響が懸念される。ナラ枯れは、養菌性キクイムシであるカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*) が伝播する病原菌のラファエレア菌 (*Raffaelea quercivora*) により道管の通水機能を失ったブナ科樹木が萎凋枯死する現象である。この被害は、1980年代以降急速に拡大し（伊藤・山田，1998），2007年までに岐阜県を含む23府県で被害が確認されている（小林・野崎，2009）。主に被害を受けるのはミズナラとコナラであり、コナラよりもミズナラの枯死率が高いことが報告されている（小林ら，2001）。

岐阜県では食用キノコの菌床栽培に用いている広葉樹に占めるコナラの割合が高いことから、今後ナラ枯れで枯死した被害木が栽培用オガコに混入する可能性がある。そこで、ナラ枯れ被害木を利用した菌床栽培における子実体発生量への影響を明らかにするため、4種の主要栽培食用キノコについて栽培試験を行った。

II 材料と方法

1. 供試菌

供試菌には市販種菌であるヒラタケ *Pleurotus ostreatus* (キノックスH67号)，エリンギ *Pleurotus eryngii* (キノックスKX-EG109号)，ナメコ *Pholiota nameko* (キノックスKX-N008号)，シイタケ *Lentinus edodes* (北研600号)を用いた。

2. 供試培地

培地基材として、主にナラ枯れ被害を受けるコナラとミズナラを用いた。それぞれの樹種に関して岐阜県内のナラ枯れにより2008年に枯死した被害木と無被害の健全木を2009年1月に伐木後、オガコ製造機で粉碎した。粉碎後オガ粉の粒度調整は行わず、野外にて1日乾燥させ試験に使用した。培地は栄養源として米ヌカを基材に対して容積比10：2の割合で混合し、水を添加して含水率を65%に調整した。これらをヒラタケ、エリンギはポリプロピレン(PP)製800ccビン、ナメコはポリプロピレン(PP)製広口ビンに560～570g充填した。シイタケは、調整した培地を1kg PP袋に充填し直方体に成形して栽培試験を行った。殺菌は120℃で90分間行い放冷後、供試菌を1ビンあたり約10g接種した。

試験は、コナラとミズナラの2樹種についてそれぞれ健全木と被害木の4条件の培地で行った。各培地条件当たりの供試数は7本とした。

3. 栽培条件

すべての培地は、接種後に温度21℃，相対湿度60%，暗黒条件下で培養した。培養期間と発生操作の方法は、表-1に示した。発生操作後はすべての培地を温度16℃，相対湿度90%，明条件下へ移動して子実体の形成を誘導した。一次発生の子実体採取後は、シイタケを除くすべての培地で再び発生操作（菌播

き・注水)を行い、二次発生を行った。調査は菌糸の蔓延日数(接種後、培地全体に菌糸が蔓延するまでの日数)、一次発生の発生所要日数(発生操作後、子実体を採取するまでに要した日数)と子実体発生重量を測定した。

4. フェノール類の定量

栽培試験に用いた基材に含まれる成分がナラ枯れ被害の有無により異なっているのか調べるために、指標として熱水により抽出されるフェノール性物質の量を測定した。熱水抽出は、乾燥した各基材試料約5gを300mlのフラスコに精秤し、水100mlを加え100℃にて30分間抽出した。抽出後、3500r.p.m.で15分間遠心分離を行い、上清を濾過し、濾液を水で100mlに定容し熱水抽出液とした。各試料の熱水抽出について供試数は3とした。

フェノール類の定量はフォリン-デニス法(Appel et al, 2001)を用いた。各樹種の熱水抽出液10 μ lを96穴マイクロプレート上にとり、100 μ lのフォリン-デニス試薬と攪拌した後、200 μ lの飽和炭酸ナトリウム水溶液を加えた。30分間室温にて放置後、760nmにおける吸光度をマイクロプレートリーダーで測定した。ブランクにはフォリン-デニス試薬の代わりに水を用い、標準物質としてクロロゲン酸を用いた。フェノール性物質の含有量は、基材の乾燥重量に占める物質の割合で示した。

Ⅲ 結果と考察

1. フェノール類の定量

熱水抽出によりコナラとミズナラとともに健全木よりもナラ枯れ被害木で、培地基材に含まれるフェノール性物質量は有意に多かった(図-1)(t検定, 有意水準1%)。フェノール性物質以外にも成分組成が異なっている可能性が考えられる。

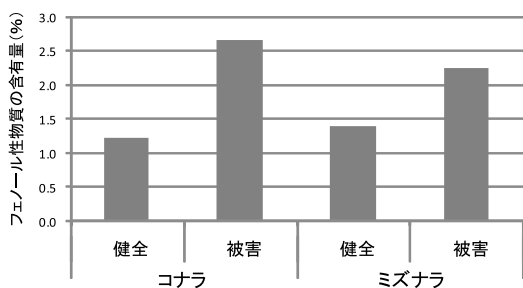


図-1 培地基材のフェノール性物質の含量

2. ヒラタケ

蔓延日数は、コナラを基材として用いた培地よりもミズナラを基材とした培地で1日早かったが、ナラ枯れ被害木培地と健全木培地の比較では日数に差は認められなかった(表-2)。発生所要日数は、ミズナラ健全木培地において19.4日かかりその他の培地条件より約4日発生が遅れた(表-3)。子実体の一次発生発生量は、どの培地条件においても70g前後の収量であった(表-4)。二次発生量は、一次発生に比べ減少する傾向が認められたが、約60gの子実体が発生した。ヒラタケは、様々な樹種で栽培が可能で(寺島, 1992; 佐野ら, 2001; 今西・坂輪, 2003)、菌床栽培において培地基材への適応性が高いキノコであることが報告されている。ヒラタケでは、ナラ枯れ被害木を健全木と同様に基材として利用できる可能性が高い。

3. エリンギ

ミズナラを基材とした培地では、ナラ枯れ被害の有無に関わらず約24日間で菌糸が蔓延した(表-2)。一方、コナラを基材とした培地では、ミズナラを基材とした培地よりも蔓延日数がわずかに遅れた(表-2)。子実体の発生処理から、14.0~15.4日で子実体が収穫できた(表-3)。子実体一次発生量はコナラとミズナラともに被害木培地で子実体発生量が少なかった(表-4)。エリンギは、ヒラタケと同じ*Pleurotus*属のキノコであり、様々な樹種が利用可能で(木村, 1999)、栽培に適した広葉樹の種類が多いが、エリンギは、広葉樹オガコよりも針葉樹がより基材として適しているとされている(木村, 1999)。その原因として、広葉樹は針葉樹に比べ菌糸成長を阻害するタンニンなどのフェノール性物質を多く含有することや高圧殺菌時に生じる阻害物質の生成が(木村, 1999)報告されている。栽培試験に用いたナラ枯れ被害木でも、健全木よりもフェノール性物質が高い結果が得られており(図-1)、樹木成分が発生に影響した可能性がある。エリンギでは、被害木を基材として利用するには、培地基材の前処理や栽培条件の検討が必要と考えられる。

4. ナメコ

コナラ培地とミズナラ培地ともにナラ枯れ被害の有無にかかわらず菌糸がほぼ同じ日数で蔓延した(表-2)。発生所要日数は、ミズナラの健全木培地で被害木培地よりも遅れる傾向が認められた(表-3)。子実体の一次発生量については、ミズナラで健全木培地よりも被害木培地で多かった(表-4)。健全木培地での発生量が少なかった原因として、通常の名目の栽培現場では、堆積した基材を用いているが、試験に使用し

表-1 培養日数，発生日および発生操作方法

キノコの種類	培養日数	発生日	発生操作方法	
			菌掻き	注水
ヒラタケ	36	36日目	有	有
エリンギ	36	36日目	有	無
ナメコ	43	43日目	有	有
シイタケ	100	100日目	無	無

* 菌掻きは 種菌とともに菌床表面を5mm程度掻きとり，注水は1時間行った。

表-2 菌糸蔓延日数への基材条件の影響

キノコの種類	蔓延日数(日)			
	コナラ		ミズナラ	
	健全	被害	健全	被害
ヒラタケ	17.1	17.7	16.0	16.1
エリンギ	28.0	29.7	24.7	23.9
ナメコ	27.0	27.0	27.0	28.1
シイタケ	27.0	27.0	27.0	27.0

表-3 発生所要日数への基材条件の影響

キノコの種類	発生日数(日)			
	コナラ		ミズナラ	
	健全	被害	健全	被害
ヒラタケ	15.6	15.0 ns	19.4	15.7 **
エリンギ	14.0	15.4 ns	14.7	15.1 ns
ナメコ	23.4	22.5 ns	28.0	23.3 **
シイタケ	10.1	12.8 ns	12.4	11.3 ns

** は有意水準5%(t検定)，nsは有意差なし

表-4 子実体発生量への基材条件の影響

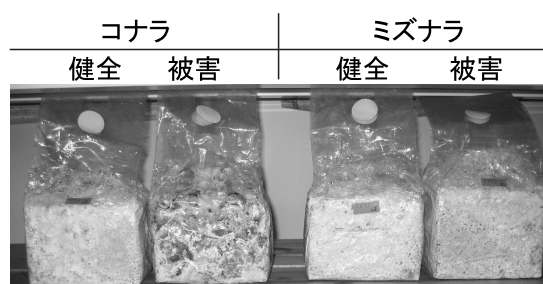
キノコの種類	試験区		子実体発生量(g/菌床)	
			一次発生	二次発生
ヒラタケ	コナラ	健全	71.8	63.7
		被害	65.9	55.0
	ミズナラ	健全	72.3	55.0
		被害	76.5	58.3
エリンギ	コナラ	健全	91.2]*	37.4
		被害	57.0]*	16.8
	ミズナラ	健全	91.7]*	25.8
		被害	70.0]*	12.0
ナメコ	コナラ	健全	44.1	41.1
		被害	74.2	44.7
	ミズナラ	健全	28.8]*	20.3
		被害	83.7]*	42.0
シイタケ	コナラ	健全	135.2]*	17.9
		被害	46.2]*	5.5
	ミズナラ	健全	66.7	9.0
		被害	66.3	38.2

* は有意水準1%(t検定)

た基材の健全木は、伐木後すぐに試験に用いているため、堆積によって除かれる揮発性物質などが影響したのではないかとと思われる。逆に被害木は、堆積せずとも使用できる可能性がある基材と考えられる。

5. シイタケ

各培地条件において菌糸は同じ日数で蔓延したが（表-2）、コナラ被害木培地で他の培地よりも培地表面の褐変化が早く認められた（図-2）。発生所要日数について有意な差は認められなかった（表-3）。子実体の一次発生量は、コナラ被害木培地で少なく、コナラ健全木培地の発生量に対して34%であった（表-4）。



（培養27日目の状況）

図-2 シイタケの菌糸蔓延の様子

一方、ミズナラ培地では、被害の有無による発生量の差は認められなかった（表-4）。ヒラタケは、広葉樹、針葉樹ともに栽培できるのに対して、シイタケは、針葉樹のスギでは栽培がきわめて困難であることが知られており（林野庁，1984）、このヒラタケとシイタケの違いには、スギの成分への適応性が影響している（中島ら，1980）ことが示されている。本試験においてもヒラタケが、ナラ枯れ被害の有無に影響されなかったのに対して、シイタケが、子実体の発生に影響を受けたことに関してナラ枯れによる樹木内の成分変化が影響したのではないかとと思われる。しかし、培地基材のフェノール性物質の総量の分析結果（図-1）では、ミズナラでは、ナラ枯れ被害の有無による子実体発生量の差がなかったが、コナラ被害木で子実体発生量が少なかったことについて説明できなかった。ナラ枯れ被害木の成分変化については、笠井ら（2003）の報告がみられる程度で、報告例が少なく、シイタケの子実体発生に何が影響したのかについては今後の研究が必要である。

IV まとめ

主要栽培食用キノコ4種を用いた栽培試験の結果、菌糸が培地全面に伸長する日数に関して、4菌種とも

にナラ枯れ被害の有無による差は認められず、菌糸の蔓延日数へナラ枯れ被害が影響しない結果であった。しかし、子実体の発生量に関して、菌種ごとの傾向に差が認められた。ヒラタケでは、ナラ枯れ被害の有無に関係なく同量の子実体が発生し、栽培に利用可能であると考えられた。エリンギでは、コナラとミズナラの被害木培地とともに発生量が少なかった。シイタケでは、コナラで健全木培地に対して被害木培地で子実体の発生量が少なかった。ナメコでは、エリンギやシイタケとは逆にコナラとミズナラの被害木培地で子実体の発生量が健全木培地よりも増加する傾向が認められた。本試験では、キノコの発生への影響をわかりやすくするために100%被害木だけを基材として使用した。実際には、健全木に対して被害木の混じる割合がここまで高まることは考えにくく、試験結果よりも現実の影響は小さいことが予想される。また、ナラ枯れで枯れた被害木を各1本伐木して行った試験であり、他のナラ枯れ被害木で試験を行っても、同じ結果が得られるかどうかについては検討が必要である。

引用文献

- Appel HM., Govenor HL., D'Ascenzo M., Siska E., Schultz JC (2001) Limitations of foliar phenolics in ecological studies. *J. Chem. Ecol.* 27:761-778.
- 今西隆男・坂輪光弘 (2003) 古紙から造った炭でのヒラタケ栽培. *日本応用きのこ学会誌*11 : 165-171.
- 伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. *日本林学会誌*80 : 170-175.
- 笠井美和・光永徹・伊藤慎一郎・鎌田直人 (2003) カシノナガキクイムシの被害を受けたミズナラの抽出成分に関する研究. *中部森林学会誌*51 : 195-198.
- 河内進策・目黒貞利・稲田聡子 (1991) スギ木粉によるシイタケの栽培フェルギノールによるシイタケ菌糸成長阻害. *木材学会誌*37(10) : 971-975.
- 木村榮一 (1999) 培地調整. *図説基礎からのエリンギ栽培*. 261pp, 農村文化社, 東京. 66-99.
- 小林正秀・野崎愛 (2009) ナラ枯れ被害をどう防ぐのか-被害のメカニズムと防除法-, 17pp京都府林業試験場 : 6.
- 小林正秀・萩田実・春日隆史・牧野瀬照久・柴田繁 (2001) ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. *日本林学会誌*83 : 328-333.
- 水谷和人 (2006) 木製バット製造工程で生じる廃材を利用した食用キノコ栽培. *岐阜県森林科学研究所研究報告*35 : 5-8.

中島健・善本知孝・福住俊郎（1980）スギ材中のシイ
タケ阻害成分. 木材学会誌26(10)：698-702
林野庁（1984）食用きのこ類の高度生産技術に関する
総合研究：11-14.
佐野昭典・菅原冬樹・田中修（2001）段ボールを利用
したきのこ栽培. 日本応用きのこ学会誌10：

199-204.

高畠幸司（1998）オカラを利用したヒラタケ菌床栽
培. 日本応用きのこ学会誌6：167-170.

寺島芳江（1992）きのこ菌床栽培における培地基材の
開発状況. 農業および園芸第67巻第1号：37-45.

