

未利用資源を活用した新たなきのこ菌床栽培手法の開発

2005年度～2007年度

門屋 健

要 旨

モウソウチクなど4種類の未利用植物性資材の培地基材や、ダイズ皮など3種類の栄養体のきのこ菌床栽培への利用の可能性を検討した。その結果、培地基材では、モウソウチクやスギ樹皮は、エリンギやヤナギマツタケで、その置換割合に関わらずスギやコナラのオガ粉を使用した場合と同程度の子実体が発生した。シイタケやマイタケでは、モウソウチクとスギ樹皮の一部置換での利用が可能で、ナメコにおいてもモウソウチクでの利用可能性が認められた。ギンナン殻と鉛筆製造木くずを野外で堆積処理したものは、エリンギとヤナギマツタケで一部置換により利用可能であった。栄養体では、フスマあるいはホミニーフードの代替材料として、エリンギやヤナギマツタケでダイズ皮やコーンジャームミール、エゴマミールが一定の置換割合で利用可能であった。

I はじめに

現在、食用きのこ類の菌床栽培には針葉樹や広葉樹のオガ粉に植物由来の栄養体を混合したものが用いられているが、きのこ生産現場では、産地間競争や資材価格の高騰等により生産の低コスト化や省資源化を図る必要性が生じている。そこで、培地基材として、各地で手入れ不足により面積が拡大しているモウソウチク（林野庁，2004）、利用率が低く排出量も多いスギ樹皮（伊神，2007）、鉛筆製造過程から排出され廃棄処分されている鉛筆製造木くず、食品製造過程から排出されるギンナン殻などの各種産業からの廃棄物が利用可能であると考えられる。また、栄養体としては、フスマやホミニーフードと同様に畜産飼料として利用されているダイズ皮やダイズ粕、食用油製造過程から産出されるコーンジャームミールやエゴマミールが利用可能であると考えられる。そこで、これら未利用の植物性資材を検討するとともに、培地基材や栄養体に適したきのこの種類を選抜

し、新たな代替資材による効率的な生産技術を開発する。

II 方法

1. 栽培に適した培地基材の検索

培地基材はモウソウチクやスギ樹皮、鉛筆製造木くずの3種のオガ粉で、エリンギやヤナギマツタケのシャーレ菌糸伸長試験を行った。モウソウチクとスギ樹皮のオガ粉処理には、(株)神鋼造機社製の植織機（SM-15-11）を用いた。試験では上記3種のオガ粉単体、またはスギかコナラオガ粉と1：1に混合した培地基材に、培地基材の30%のフスマ（容積比）、5%のホミニーフード（容積比）を加えた培地を、含水率約65%に調製し、90mmのガラスシャーレに各15g充填した。121℃で30分高压滅菌後、PDA平板培地で前培養した菌糸を10mmのコルクボーラーで打ち抜き、ガラスシャーレ中央部に接種し、約25℃の恒温器内で2週間培養後の菌糸伸長量を対照区と比較

Takeshi KADOYA: Cultivation of several edible mushrooms with unutilized plant materials

本論文の一部は第55回、第56回日本森林学会中部支部で発表した。

した。対照区にはエリンギやヤナギマツタケ栽培に使用しているスギ、コナラのオガ粉を用い、栄養体にはフスマ、ホミニーフードを添加した。

2. きのか栽培技術の開発

(1) エリンギ栽培試験

ア. 培地基材の検討

培地基材としてモウソウチク、スギ樹皮、野外で6か月以上堆積処理した鉛筆木くず、食品製造工程で排出されるギンナン殻の4種類を使用した。表-1のとおり、モウソウチクやスギ樹皮、ギンナン殻、鉛筆木くずを各々スギオガ粉と置換した試験区を設定した。栄養体は培地基材：フスマ：ホミニーフード（以下ホミニ）=10：3：0.5（容積比）の割合で混合した。対照区には培地基材にスギオガ粉を単体で用い、栄養体の混合割合は各試験区と同一とした。供試数は各培地基材とも各区16本である。栽培には850mlのポリプロピレン製のブロービンを用い、含水率約65%に調製した培地を約500gずつ詰め、121℃で1時間高圧滅菌後、前培養したエリンギ（とっとき1号、2号）種菌を接種した。培養温度は約23℃、40～

表-1 各試験区の培地基材の配合割合(%)

| スギ | モウソウチク | スギ樹皮 | ギンナン殻 | 鉛筆木くず |
|----|--------|------|-------|-------|
| 75 | 25 | — | — | — |
| 50 | 50 | — | — | — |
| 25 | 75 | — | — | — |
| — | 100 | — | — | — |
| 80 | — | 20 | — | — |
| 60 | — | 40 | — | — |
| 40 | — | 60 | — | — |
| 20 | — | 80 | — | — |
| — | — | 100 | — | — |
| 90 | — | — | 10 | — |
| 80 | — | — | 20 | — |
| 60 | — | — | 40 | — |
| 90 | — | — | — | 10 |
| 80 | — | — | — | 20 |
| 70 | — | — | — | 30 |
| 50 | — | — | — | 50 |

50日培養後菌かきを行い、温度約15℃、湿度約90%の条件下で子実体を発生させた。発生した子実体は各ビン毎に収穫日、重量、本数を記録した。

イ. 栄養体の検討

栄養体として、ダイズ皮、ダイズ粕、コーンジャームミール（以下CGM）、エゴマミール（以下エゴマ）の4種類を使用した。培地基材はスギオガ粉のみとし、表-2のとおりフスマの代わりにダイズ皮を、ホミニの代わりにダイズ粕、CGM、エゴマを置換した試験区を設定した。供試数は各区16本である。栽培方法は、II-2-(1)アと同様である。

表-2 栄養体の配合割合(容積比)

| No. | 培地基材 | | 栄養体 | | | | |
|-----|------|-----|------|------|------|------|------|
| | スギ | フスマ | ホニ | ダイズ皮 | ダイズ粕 | CGM | エゴマ |
| 1 | 10 | — | 0.50 | 3 | — | — | — |
| 2 | 10 | — | 0.50 | 2 | — | — | — |
| 3 | 10 | — | 0.50 | 1 | — | — | — |
| 4 | 10 | 3 | — | — | 0.50 | — | — |
| 5 | 10 | 2 | — | — | 0.50 | — | — |
| 6 | 10 | 1 | — | — | 0.50 | — | — |
| 7 | 10 | 2 | 0.25 | — | 0.25 | — | — |
| 8 | 10 | 3 | 0.25 | — | — | 0.25 | — |
| 9 | 10 | 3 | — | — | — | 0.50 | — |
| 10 | 10 | 3 | — | — | — | 0.30 | — |
| 11 | 10 | 2 | — | — | — | 0.50 | — |
| 12 | 10 | 2 | — | — | — | 0.30 | — |
| 13 | 10 | 1 | — | — | — | 0.50 | — |
| 14 | 10 | 3 | — | — | — | — | 0.50 |
| 15 | 10 | 3 | — | — | — | — | 0.25 |
| 対照区 | 10 | 3 | 0.50 | — | — | — | — |

(2) ヤナギマツタケの栽培試験

ア. 培地基材の検討

培地基材として、モウソウチクやスギ樹皮、野外で6か月以上堆積処理した鉛筆木くず、ギンナン殻の4種類を使用した。表-3のとおりモウソウチクやスギ樹皮、ギンナン殻、鉛筆木くずを各々スギ・コナラオガ粉と置換し、栄養体はフスマを培地基材の30%（容積比）加えた。対照区は、

スギオガ粉：コナラオガ粉：フスマ＝5：5：3（容積比）に混合した。供試数はモウソウチクは各区10本、その他培地基材は各区16本とした。栽培には850mlのポリプロピレン製のブロービンを用い、含水率を約65%に調製した培地を約500gずつ詰め、121℃で1時間高圧滅菌後、前培養したヤナギマツタケ（しゃきっこ1号）オガ粉種菌を接種した。培養温度は約23℃、40～50日培養後菌かきを行い、温度約15℃、湿度約90%の条件下で子実体を発生させた。発生した子実体は各ビン毎に収穫日、重量、本数を記録した。

表-3 各試験区の培地基材の配合割合(%)

| スギ+コナラ | モウソウチク | スギ樹皮 | ギンナン殻 | 鉛筆木くず |
|--------|--------|------|-------|-------|
| 75 | 25 | — | — | — |
| 50 | 50 | — | — | — |
| 25 | 75 | — | — | — |
| — | 100 | — | — | — |
| 80 | — | 20 | — | — |
| 60 | — | 40 | — | — |
| 40 | — | 60 | — | — |
| 20 | — | 80 | — | — |
| — | — | 100 | — | — |
| 90 | — | — | 10 | — |
| 80 | — | — | 20 | — |
| 60 | — | — | 40 | — |
| 75 | — | — | — | 25 |
| 50 | — | — | — | 50 |
| 25 | — | — | — | 75 |
| — | — | — | — | 100 |

イ. 栄養体の検討

栄養体は、ダイズ皮やCGM、エゴマの3種類を使用した。表-4のとおり、培地基材はスギ、コナラオガ粉を等量混合したものに、栄養体のフスマをダイズ皮やCGM、エゴマと置換した。ダイズ皮については、ダイズ皮の形状が残ったもの（以下ダイズI）と細かく粉碎したもの（以下ダイズII）の2種類を用いた。供試数は各区10本である。栽培方法はII-2（2）アと同様である。

表-4 栄養体の配合割合(容積比)

| No. | 培地基材 | | 栄養体 | | | | |
|-----|------|-----|-----|------|-------|------|------|
| | スギ | コナラ | フスマ | ダイズI | ダイズII | CGM | エゴマ |
| 1 | 5 | 5 | 2 | 1 | — | — | — |
| 2 | 5 | 5 | 1 | 1 | — | — | — |
| 3 | 5 | 5 | — | 3 | — | — | — |
| 4 | 5 | 5 | — | 2 | — | — | — |
| 5 | 5 | 5 | 2 | — | 1 | — | — |
| 6 | 5 | 5 | 2 | — | — | 1 | — |
| 7 | 5 | 5 | 2 | — | — | 0.50 | — |
| 8 | 5 | 5 | 3 | — | — | — | 0.50 |
| 9 | 5 | 5 | 3 | — | — | — | 0.25 |
| 10 | 5 | 5 | 2 | — | — | — | 0.25 |
| 対照区 | 5 | 5 | 3 | — | — | — | — |

(3) シイタケ菌床栽培試験

表-5のとおり、コナラオガ粉をモウソウチクまたはスギ樹皮と置換した試験区およびコナラの半量をモウソウチクとスギオガ粉に各25%置換した試験区を設定した。栄養体はフスマを各培地基材の20%（容積比）加え、含水率を約65%に調整した。対照区は、コナラオガ粉単体に各試験区と同量のフスマを加えた。供試菌床数はモウソウチクが各区10菌床、スギ樹皮が各区6菌床である。混合した培地は、ポリプロピレン製の栽培用袋に各1.5kg詰め、121℃で1時間高圧滅菌し、前培養したシイタケの種菌（AED0101）を接種した。培養温度は約23℃、120日間培養後、温度約15℃の発生室に移し除袋後、散水および浸水処理により発生を促した。発生した子実体の生個重、傘径を

表-5 培地基材の配合割合(%)

| No. | コナラ | スギ | モウソウチク | スギ樹皮 |
|-----|-----|----|--------|------|
| 1 | 75 | — | 25 | — |
| 2 | 50 | — | 50 | — |
| 3 | 25 | — | 75 | — |
| 4 | — | — | 100 | — |
| 5 | 50 | 25 | 25 | — |
| 6 | 75 | — | — | 25 |
| 7 | 50 | — | — | 50 |
| 8 | 25 | — | — | 75 |
| 9 | — | — | — | 100 |
| 対照区 | 100 | — | — | — |

各菌床毎に測定した。傘径は、S > : 3 cm未満、S : 3 ~ 4 cm、M : 4 ~ 6 cm、L : 6 ~ 8 cm、L < : 8 cmより大に区分した。

(4) ナメコ菌床栽培試験

培地基材は、表-6のとおりコナラオガ粉をモウソウチクに置換した。栄養体はフスマを用い、培地基材の30% (容積比) 加えた。対照区は、コナラオガ粉単体に、各試験区と同量のフスマを加えた。培養は850mlのポリプロピレン製のブロービンを使用し、含水率を約65%に調整した培地を1ビン当たり約500g詰め、121℃で1時間高压滅菌後、市販のナメコの種菌 (森14号) を接種した。培養温度は約23℃で、60日間培養後菌かきを行い、温度約15℃、湿度約90%の発生室に移し発生を促した。発生した子実体の重量、子実体の本数をビン毎に測定した。供試数は各区10本である。

表-6 培地基材の配合割合 (%)

| No. | コナラ | モウソウチク |
|-----|-----|--------|
| 1 | 75 | 25 |
| 2 | 50 | 50 |
| 3 | 25 | 75 |
| 4 | — | 100 |
| 対照区 | 100 | — |

(5) マイタケ菌床栽培試験

培地基材は、表-7のとおりコナラオガ粉を、モウソウチクまたはスギ樹皮に置換した。栄養体はフスマを培地基材の30% (容積比) 加えた。対照区はコナラ単体に、各試験区と同量のフスマを加えた。供試数は、モウソウチク、スギ樹皮とも各区6菌床である。培養にはポリプロピレン製の栽培用袋を使用し、含水率を約65%に調整した培地を各1kg詰め、121℃で1時間高压滅菌後、市販のマイタケ種菌 (森51号) を接種した。培養温度は約23℃で60日間培養後、温度約15℃、湿度約90%の発生室に移し発生を促した。発生した子実

体の重量を各菌床毎に測定した。

表-7 培地基材の配合割合 (%)

| No. | コナラ | モウソウチク | スギ樹皮 |
|-----|-----|--------|------|
| 1 | 75 | 25 | — |
| 2 | 50 | 50 | — |
| 3 | 25 | 75 | — |
| 4 | — | 100 | — |
| 5 | 75 | — | 25 |
| 6 | 50 | — | 50 |
| 7 | 25 | — | 75 |
| 8 | — | — | 100 |
| 対照区 | 100 | — | — |

III 結果と考察

1. 栽培に適した培地基材の検索

エリンギ、ヤナギマツタケの菌糸伸長量は、モウソウチクやスギ樹皮を使用した培地では、対照区と比較して明らかに劣るものはなかった。一方、鉛筆木くず単体については、菌糸伸長が阻害された (図-1)。これらのことから、モウソウチクとスギ樹皮は、エリンギ、ヤナギマツタケ栽培の培地基材として利用できると考えられた。また、鉛筆木くずについては、スギオガ粉の処理と同様に野外での堆積処理等前処理が必要であると考えられた。

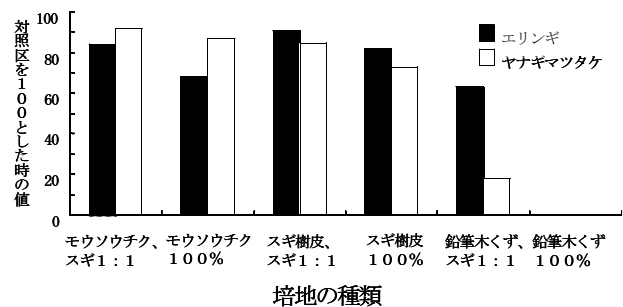


図-1 各培地基材の菌糸伸長量の比較

2. きのこと栽培技術の開発

(1) エリンギ栽培試験

ア. 培地基材の検討

モウソウチクとスギ樹皮の培地における子実

体発生量を対照区の値を100とした場合の比較を図-2に示す。モウソウチク、スギ樹皮では、スギオガ粉との置換割合に関係なく、全区で対照区と同等の子実体発生量が得られ、使用した品種による差も見られなかった（ANOVA、 $p > 0.05$ ）。また、子実体の形態にも影響は認められなかった（写真-1、2）。一方、ギンナン殻では、10%置換区と20%置換区は対照区と差が見

られなかったが、とっとき1号では40%置換区で有意差があり（最小有意差法、 $p < 0.05$ ）、子実体発生量が若干低下した。また、鉛筆木くずでは、置換率が10%~50%でスギオガ粉と同等かそれ以上の子実体収量が得られ、品種による違いも見られなかった。これらのことから、モウソウチクやスギ樹皮については、スギオガ粉の代替としてエリンギ栽培に利用可能であると考え

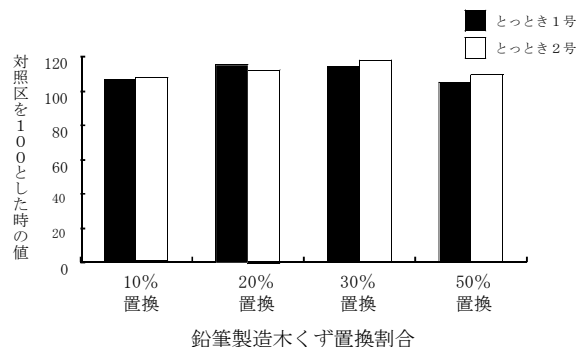
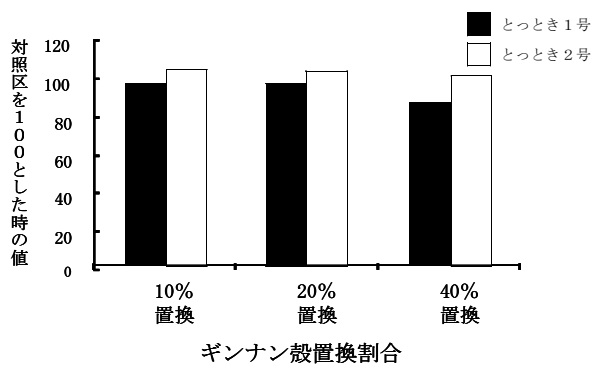
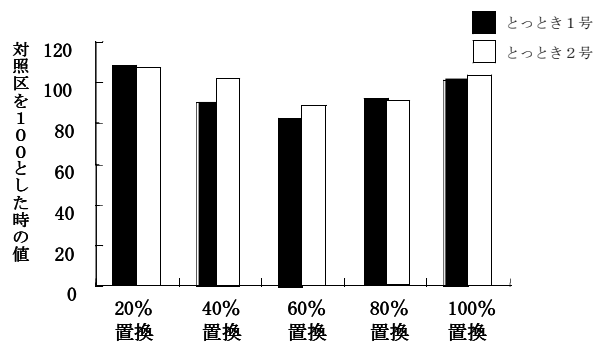
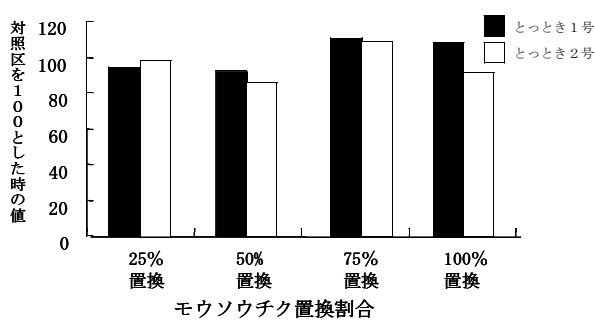


図-2 培地基材別のエリンギ発生量



写真-1 モウソウチク培地での発生状況
(左から対照区、25%、50%、75%置換区)



写真-2 スギ樹皮培地での発生状況
(左から60%、80%、100%置換区、対照区)

られた。また、ギンナン殻は20%置換までなら利用可能であり、40%置換では8割程度の発生量が期待できると推察された。鉛筆木くずは、10~50%の置換による利用が可能であると考えられた。

イ. 栄養体の検討

ダイズ皮、ダイズ粕、CGM、エゴマの子実体発生量を図-3に示す。ダイズ皮では(No.1~No.3)、子実体発生量はNo.1で有意に増加した(最小有意差法、 $p < 0.05$)。また、ダイズ皮では添加量がNo.1より少ないNo.2とNo.3でも対照区と同等の発生量が得られた。一方、ダイズ粕のNo.4~No.6では、対照区と比較して減少し(最小有意差法、 $p < 0.05$)、今回の配合割合において

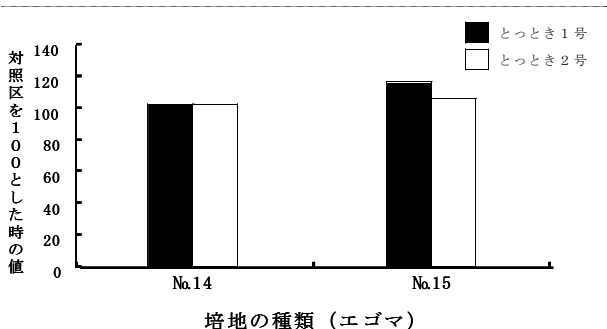
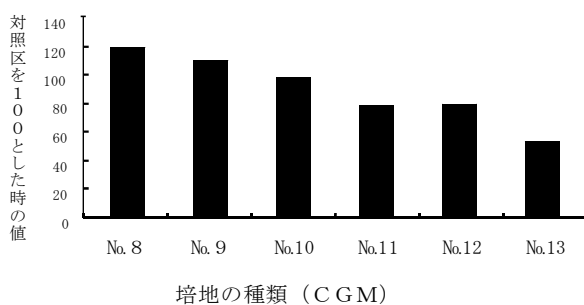
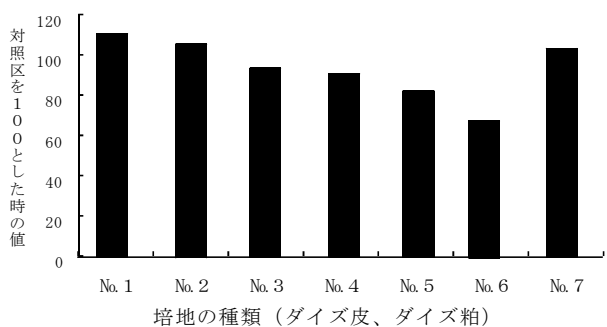


図-3 栄養体別のエリンギ発生量

はダイズ粕使用の効果は認められなかった。またCGMではホミニの半量または全量を置換したNo.8とNo.9で、添加効果が認められた。一方、エゴマではNo.14とNo.15で対照と同等かそれ以上の子実体発生量が得られた。これらのことから、ダイズ皮、CGM、エゴマは、フスマあるいはホミニの代替としてエリンギ栽培に利用可能であると考えられた。また、ダイズ粕については今回の配合割合で効果が認められず、配合割合を更に検討する必要があると考えられた。

(2) ヤナギマツタケ栽培試験

ア. 培地基材の検討

モウソウチク、スギ樹皮、ギンナン殻および鉛筆木くず置換培地の子実体発生量を図-4に示す。モウソウチクでは、1番発生で25%置換区、50%置換区と75%置換区が対照区と同等の子実体発生量が得られた。また、1番発生と2番発生の合計では、全区で対照区と差が見られなかった

(ANOVA、 $p > 0.05$)。スギ樹皮では、全ての区間において差は認められなかった(ANOVA、 $p > 0.05$)。一方、鉛筆木くずでは、25%置換区では対照区と差は認められなかったが(最小有意差法、 $p > 0.05$)、50%置換区では発生量は低下し、75%置換区と100%置換区では子実体の発生がなかった。ギンナン殻では、10%置換区は対照区と差が認められなかったが、20%置換区と40%置換区では発生量は低下した(最小有意差法、 $p < 0.05$)。これらのことから、モウソウチクやスギ樹皮は、ヤナギマツタケ栽培の培地基材として利用可能であると考えられた。一方、鉛筆木くずとギンナン殻は、一部置換での利用の可能性が認められた。

イ. 栄養体の検討

図-5に各栄養体での子実体発生量を示す。ダイズ皮Iでは、No.1以外で対照区と比較して子実

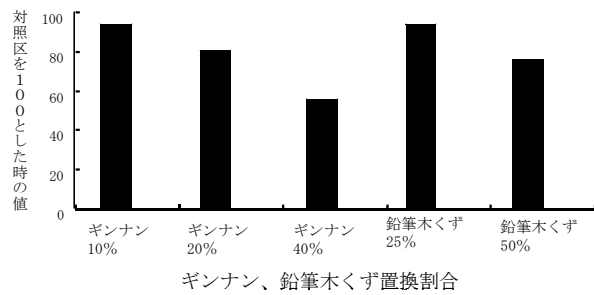
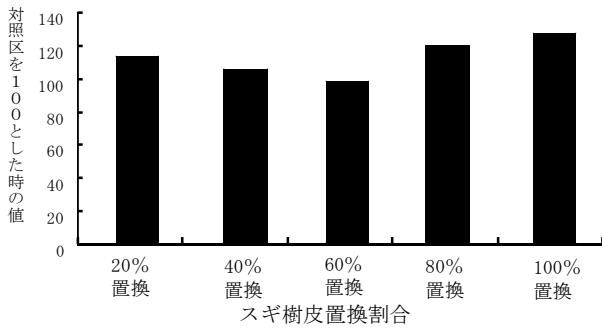
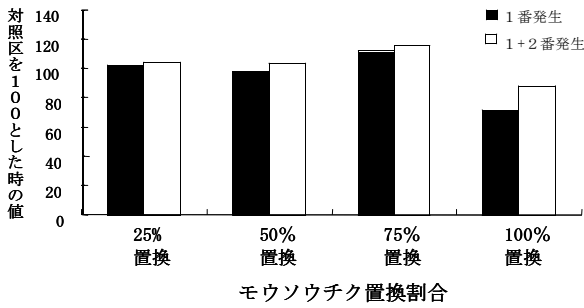


図-4 培地基材別のヤナギマツタケ発生量

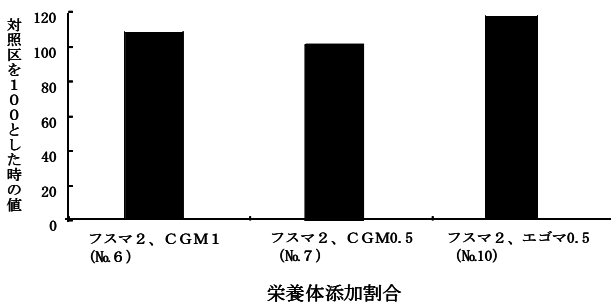
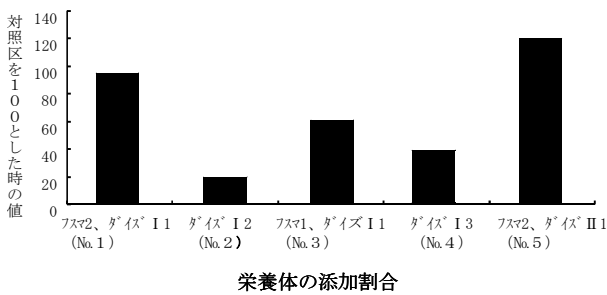


図-5 栄養体別のヤナギマツタケ発生量

体発生量は低下したが、No. 5 では子実体発生量は増加した。CGMではNo. 6、No. 7で、対照区の3分の2量のフスマにCGMを添加することで、対照区と差がなく子実体発生量が得られた(ANOVA、 $p > 0.05$)。一方、エゴマは、対照区のフスマの量にエゴマをプラスしたNo. 8、No. 9で、子実体発生が見られなかったが、フスマを対照区の3分の2量にしてエゴマを添加したNo. 10では、対照区を上回る結果となった。これらのことから、ダイズ皮とCGMはフスマの代替資材としてヤナギマツタケ栽培に利用可能であると考えられた。一方、エゴマについては配合割合を検討する必要があると考えられた。

(3) シイタケ菌床栽培試験

図-6にモウソウチク、スギ樹皮での子実体発生量を示す。モウソウチクでは、全ての菌床が培養120日までに菌糸が全体にまん延した。子実体の発生量は、25%置換区とモウソウチクとスギオガ粉混合50%置換区で、対照区と差が認められなかった(最小有意差法、 $p > 0.05$)。一方、50%置換区では対照区の約8割で、75%置換区や100%置換区では、対照区の5割以下の発生量であった。これは初期発生後菌床が雑菌に侵され、その後崩れるものがあったことによると考えられた。スギ樹皮では、モウソウチク同様に菌糸は菌床全体にまん延したが、50%~100%置換区では全ての菌床が雑菌に侵され、子実体の発生が見られな

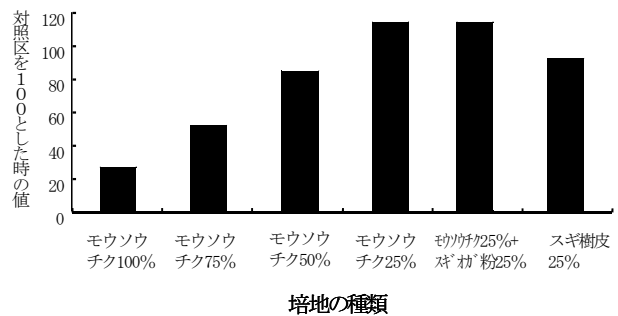


図-6 モウソウチク、スギ樹皮培地でのシイタケ発生量

かった。一方、25%置換区では、対照区と同程度の子実体発生量が得られた。モウソウチク、スギ樹皮での子実体の傘径の頻度分布を図-7に示す。モウソウチクの置換割合が多くなると、SとS以下の割合が多くなり、対照区と比較して平均傘径も小さくなる傾向が見られた。スギ樹皮での子実体の傘径の頻度分布は、対照区と比較して傘径が小さくなる傾向が見られた。これらのことより、モウソウチクやスギ樹皮は一部置換でシイタケ栽培に利用可能であると考えられた。しかし、今回の試験では傘径が小さいものが増える傾向も認められたため、使用する品種に注意する必要があると考えられた。

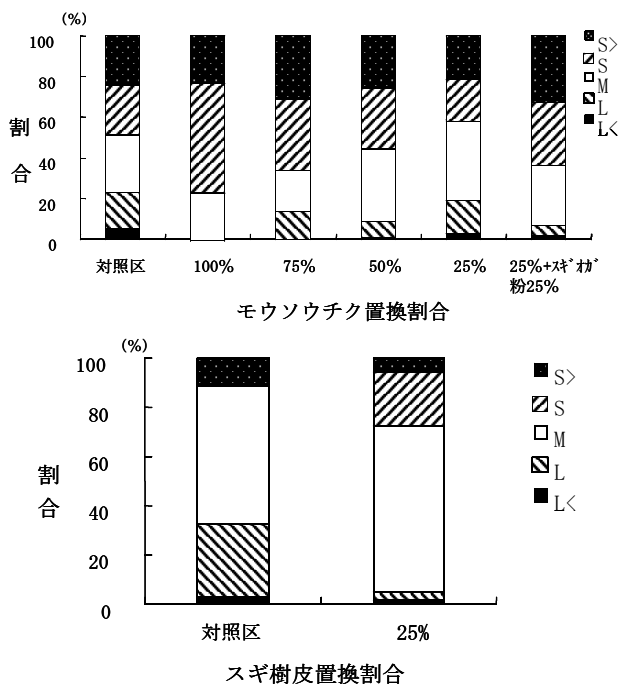


図-7 子実体傘径の頻度分布

(4) ナメコ栽培試験

図-8に、モウソウチクでの子実体発生量を示す。1番発生では、100%置換区が対照区と比較して発生量は低下したものの、2番発生との合計では差は認められなかった（最小有意差法、 $p > 0.05$ ）。また、置換割合に関係なく全区で対照区と同等か上回る子実体発生量が得られた。これら

のことから、ナメコ栽培においては、モウソウチクがコナラオガ粉の代替材料として利用可能であると考えられた。

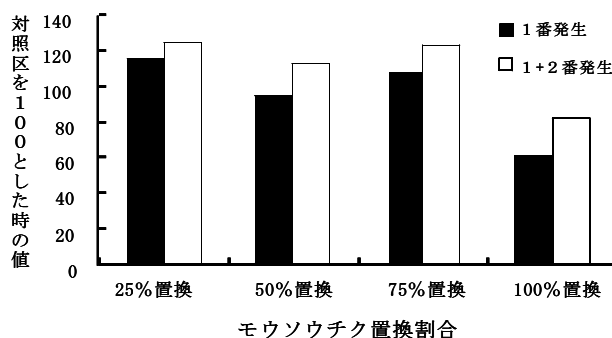


図-8 モウソウチク培地でのナメコ発生量

(5) マイタケ栽培試験

図-9に、モウソウチク、スギ樹皮での子実体発生量を示す。モウソウチクでは、25%置換区と50%置換区で対照区と比較して差は認められなかったが（ANOVA、 $p > 0.05$ ）、75%置換区と100%置換区では子実体が発生しなかった。一方、スギ25%置換区と50%置換区ではモウソウチク同様に対照区と同等の子実体が発生した。しかし、75%置換区と100%置換区では子実体発生量が、対照区の約50%~60%に低下した。これらのことから、マイタケではモウソウチク、スギ樹皮とも50%までの一部置換ならコナラオガ粉との代替が可能であると考えられた。

以上のことから、モウソウチクやスギ樹皮は、置換割合に関わらずエリンギとヤナギマツタケ栽

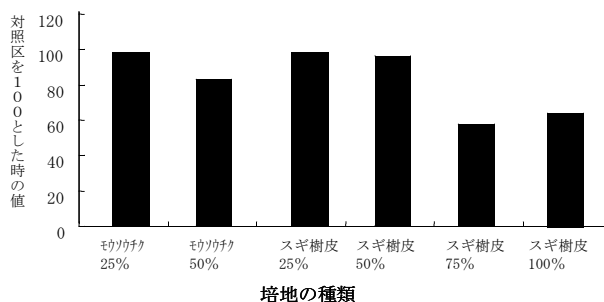


図-9 モウソウチク、スギ樹皮培地でのマイタケ発生量

培に利用可能であると考えられた。シイタケとマイタケでは、一部置換での利用の可能性が認められた。また、モウソウチクはナメコでも利用の可能性が認められた。ギンナン殻と鉛筆木くずについては、エリンギとヤナギマツタケで一部置換での利用の可能性が認められた。栄養体の代替材料としては、ダイズ皮やコーンジャームミール、エゴマミールが、エリンギとヤナギマツタケで利用

の可能性があると考えられた。

引用文献

- 林野庁（2004）里山林などにおける地球温暖化防止のための森林整備に関する調査：76-116.
- 伊神裕司（2007）木質系残廃材利用の現状と展望. 木材工業62(2)：50-55.