

資 料

スギ精油抽出残渣を利用したきのこ栽培

井戸好美

キーワード：スギ精油抽出残渣、きのこ栽培、水蒸気蒸留、熱水蒸留、培地基材

I はじめに

近年、木質バイオマス利用技術の高まりを背景に木材資源の再利用および未利用材の有効活用が強く望まれている。このため、木材資源の有効利用を図るためには製材時に排出される鋸屑や端材あるいは間伐作業後林内に放置されている間伐材や枝葉を利用することが重要である。最近、これらのうち材や枝葉に含まれる精油などの抽出成分の研究が盛んに行われている(谷田貝, 1995)。樹木から抽出される精油成分の効用には、室内塵埃中に生息しアレルギーの原因となるヤケヒョウヒダニに対する抗ダニ性(宮崎, 1996a; 織部ら, 1997)や建築材中に巣を作り、それを食害するシロアリに対する殺蟻性(曾我部, 2000)があることが認められている。また、人に対して精神安定作用(宮崎, 1996b)があることも報告されており、樹木から抽出される精油などの抽出成分に関心が高まっている。

そこで問題になるのが、木材から精油を抽出した後に排出される抽出残渣である。現在、精油抽出残渣は、発酵微生物を利用した農作物用や園芸用の肥料、家畜の飼料や敷き料、炭化技術を利用した粉炭等への利用が考えられている。しかし、あまり再利用されていないのが現状である。そこで、大量利用が可能で、これによりコスト低減が期待できる用途として考えられるのが、食用きのこ栽培の培地基材への利用である。食用きのこへの利用については、これまでにヒノキの精油抽出残渣がシイタケ栽培に利用可能であること(袴田, 1996)、カラマツの抽出物が食用きのこ栽培に利用可能であること(高島, 1997)が報告されている。しかし、スギの精油抽出残渣を利用した報告事例は見当らない。

そこで、スギ材より精油を抽出した後に排出される抽出残渣が培地基材に利用できるかを確認するために、本報告ではヒラタケ、タモギタケ、ブナシメジ、シイタケの食用きのこ類4品種を用いて検討を行ったので、その結果を報告する。

II 試験方法

1. 供試菌

供試菌株は、表-1に示すとおりである。なお、栽培試験には、ブナオガ粉とフスマを容積比5:1で混合したものに水道水を加え培地含水率65%の培地を調整し、高圧滅菌後に供試菌株の菌糸体を接種、培養したものをオガ屑種菌として供試した。

表-1 供試菌株

きのこ名	菌株名	製造会社
ヒラタケ	北研H2号菌	株式会社北研
タモギタケ	ゴールドンシジミ菌	株式会社秋山種菌研究所
ブナシメジ	ブナシメジ菌	有限会社カトリファーム
シイタケ	北研600号菌	株式会社北研

2. 供試材料の調整

(1) スギオガ粉の調整

スギオガ粉は、岐阜県森林文化アカデミー演習林内に成育する30年生のスギを2001年5月に伐採し、辺材部をオガ粉製造機を用いて粉碎し、2日間風乾したものを無処理のスギオガ粉として堆積処理することなく試験に用いた。なお、オガ粉は3mmメッシュの篩にかけて粒度を調整した。

(2) 蒸留残渣の調整

蒸留残渣は、無処理のスギオガ粉を常圧水蒸気蒸留で精油を抽出した時に排出される残渣(以下水蒸気蒸留残渣とする)と熱水蒸留で精油を抽出した時に排出される残渣(以下熱水蒸留残渣とする)を用いた。また、同じスギの心材部だけについても常圧水蒸気蒸留を行い、排出される残渣(以下心材水蒸気蒸留残渣とする)を用いた。なお、各蒸留残渣は、抽出後2~3日間風乾したものを試験に用いた。

(3) 広葉樹オガ粉の調整

広葉樹オガ粉は、岐阜県美山町の有限会社トモエ物産で製造した市販のブナのオガ粉を用い、供試菌の種

菌ならびにシイタケの栽培試験に用いた。なお、オガ粉はスギオガ粉と同様3mmメッシュの篩にかけて粒度を調整した。

3. 栽培試験

(1) ヒラタケ、タモギタケ、ブナシメジ栽培

培地基材は、蒸留操作を行わない無処理のスギオガ粉（以下無処理区とする）と、この代替として水蒸気蒸留残渣、熱水蒸留残渣、心材水蒸気蒸留残渣（以下水蒸気区、熱水区、心材水蒸気区とする）の4試験区を設けた。この培地基材に培地添加物のフスマと米ぬかを容積比で10:2.5:1に混合したものに水道水を加え培地含水率64~66%の培地を調整した（表-2）。この培地を800ccのPP（ポリプロピレン）瓶に460~470g詰め、120℃で50分間滅菌した。この培地は、供試菌のオガ屑種菌を1瓶当たり6~8g接種し、温度21±1℃、相対湿度65±5%の暗黒室でヒラタケは37日間、タモギタケは15~17日間、ブナシメジは91日間培養した。その後、温度15±1℃、相対湿度85±5%の室内に移し、原基が確認できたところで500~800ルクス（光源ナショナルホルモックス植物用培養灯40W）の光条件下で育成し、栽培日数と子実体の発生状況を調査した。栽培日数は、供試菌を接種してから菌糸体が培養器全体を蔓延するまでの「蔓延日数」、菌糸体の蔓延完了から子実体の発生操作を行うまでの「熟成日数」、子実体発生操作から収穫までに要した「発生

日数」、収穫初日から終了までの「収穫期間」について調査した。また、発生操作時は菌掻き操作を行い、その後の注水操作は60~90分間とした。収穫は、ヒラタケとタモギタケは2回、ブナシメジは1回行った。なお、供試本数は各試験区13~16本である。

(2) シイタケ栽培

培地基材は、ブナオガ粉単独のもの（以下標準区とする）と、このブナオガ粉の代替として水蒸気蒸留残渣を容積比で20%、50%混合したもの（以下水蒸気20%区、水蒸気50%区とする）と水蒸気蒸留残渣単独のもの（以下水蒸気100%区とする）、熱水蒸留残渣を容積比で20%、50%混合したもの（以下熱水20%区、熱水50%区とする）と熱水蒸留残渣単独のもの（以下熱水100%区とする）の7試験区を設けた。この培地基材に培地添加物のフスマを容積比で5:1に混合したものに水道水を加え培地含水率64~66%の培地を調整した（表-3）。この培地をPP袋に1kg詰めて成形（直径130~140mm×高さ110~120mm）し、接種孔（直径20mm×深さ90~100mm）を1カ所設けて、120℃で90分間滅菌した。この培地は、供試菌のオガ屑種菌を1袋当たり10~12g接種し、ヒラタケ栽培同様の環境条件で143日間培養した。その後、袋を除去して温度15±1℃、相対湿度85±5%、照度500~800ルクスの室内に移し、子実体を発生、生長させ、傘が7~8分開きの時に収穫した。また、発生室へ移動後28日目と57日目に約20時間浸水操作を行い、収穫期間は80日間とした。なお、供試個数は6~10個である。

表-2 スギ精油抽出残渣によるきのこ栽培の概要(I)
-ヒラタケ、タモギタケ、ブナシメジ-

試験区	培地基材	培地添加物
無処理	無処理スギオガ粉10	フスマ2.5+米ぬか1*
水蒸気	水蒸気蒸留残渣10	"
熱水	熱水蒸留残渣10	"
心材水蒸気	心材水蒸気蒸留残渣10	"

*: 培地基材10に対する培地添加物の混合割合

表-3 スギ精油抽出残渣によるきのこ栽培の概要(II)
-シイタケ-

試験区	培地基材	培地添加物
標準	ブナオガ粉100%	フスマ2*
水蒸気20%	ブナオガ粉80%+水蒸気蒸留残渣20%	"
水蒸気50%	ブナオガ粉50%+水蒸気蒸留残渣50%	"
水蒸気100%	水蒸気蒸留残渣100%	"
熱水20%	ブナオガ粉80%+熱水蒸留残渣20%	"
熱水50%	ブナオガ粉50%+熱水蒸留残渣50%	"
熱水100%	熱水蒸留残渣100%	"

*: 培地基材10に対する培地添加物の混合割合

III 結果と考察

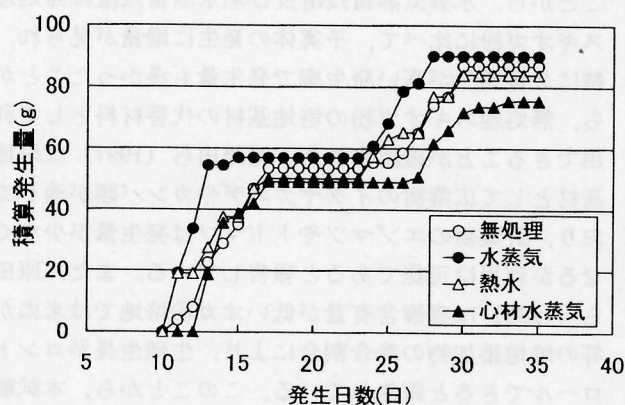
1. ヒラタケ栽培試験

ヒラタケ栽培における菌糸体蔓延日数と子実体発生量を示したのが表-4である。菌糸体の平均蔓延日数は無処理区が15.0日であるのに対し、水蒸気区は15.2日、熱水区は15.0日とほぼ同じであった。しかし、心材水蒸気区は18.1日と3日ほど長かった。一般に担子菌類の生長を阻害する物質としては木材中に存在するテルペン類やフェノール類が知られている（浅野，1982）。抽出される精油の成分は、ほとんどがテルペンまたはテルペンアルコールであり、抽出課程でテルペン類はかなり除去されていると考えられる。しかし、フェノール類を抽出するにはメタノール、エタノール、アセトン等の有機溶媒が必要であることから（今村，1983）、常圧水蒸気蒸留や熱水蒸留ではほとんどが残渣に残っていると考えられる。また、辺材部に比べて心材部にはフェノール類が多く含まれている（甲斐，

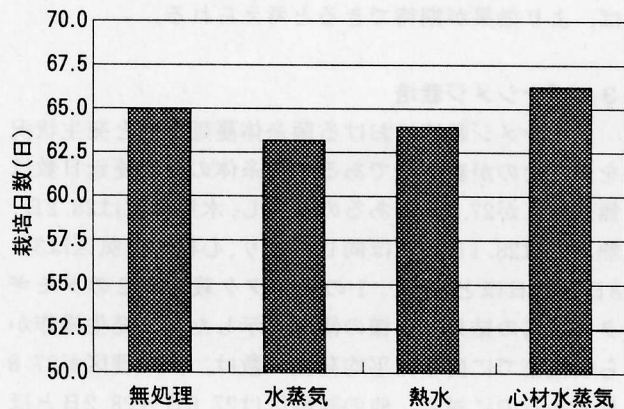
1990) ことも、心材水蒸気区の菌糸体生長に影響を与えたと考えられる。

子実体の平均発生量は1番発生で水蒸気区が57.0 gと最も多く発生し、次いで無処理区の53.6 g、熱水区の50.1 g、心材水蒸気区の49.1 gであった。また、2番発生を含めた総発生量も1番発生同様、水蒸気区が90.1 gと最も多いが、無処理区の86.8 g、熱水区の83.9 gと差は見られなかった。しかし、心材水蒸気区は総発生量が平均75.6 gと無処理区の87%の発生であった。

次に、子実体の発生経過並びに栽培日数を示したの



図－1 ヒラタケ栽培における子実体の発生経過



図－2 ヒラタケ栽培における栽培日数

が図－1，2である。発生量がほぼ同じ無処理区，水蒸気区，熱水区について発生経過を比較すると，収穫開始日は，各試験区ともに発生室に移動後11日目と同じであった。しかし，収穫開始日の平均発生量は，無処理区が栽培瓶1本当たり4 gであるのに対し，水蒸気区，熱水区は19 gと約5倍の発生量であった。一方，1番発生での平均収穫期間を見ると，無処理区が収穫開始日から4.3日であるのに対し，水蒸気区は2.3日とほぼ半分の日数で収穫できたが，収穫開始日の発生量が水蒸気区と同じ熱水区は，3.4日と水蒸気区には及ばないものの，無処理区に比べると短い期間で収穫できた。

また，栽培日数は無処理区が65日であるのに対し，水蒸気区，熱水区は63日，64日でスギ精油抽出残渣を利用すると若干ではあるが期間の短縮が認められた。栽培期間の短いヒラタケ栽培においてはわずか1～2日の期間短縮でもコストダウンにつながるものと思われる。このように，水蒸気蒸留残渣及び熱水蒸留残渣は，無処理スギオガ粉に比べて子実体を早期に集中して発生させることができることから，無処理スギオガ粉の培地基材の代替材料として利用できることが確認された。

2. タモギタケ栽培

タモギタケ栽培における菌糸体蔓延日数と子実体発生量を示したのが表－5である。このきのこは，培養温度と発芽温度が一致しているため，培養室内で発芽が起こりやすい(河原田ら，1997)。今回の試験でも菌糸体が培養器内に蔓延する前後に原基の形成が認められたので，その時点で発生操作を行った。このことから，このきのこは通常ヒラタケ栽培等で期間を要する菌糸体の蔓延完了から子実体の発生操作を行うまでの熟成期間が必要でなく，菌糸体が培養器内に早く蔓延すれば，それだけ栽培期間の短縮につながると考えられる。

そこで，菌糸体の平均蔓延日数を見ると無処理区が

表－4 ヒラタケ栽培における菌糸体蔓延日数と子実体発生量

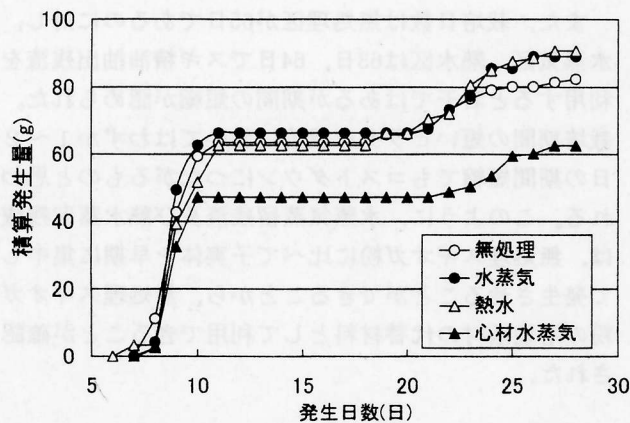
試験区	菌糸体蔓延日数(日)	発生量			供試本数(本)
		1番(g)	2番(g)	計(g)	
無処理	15.0±0.4	53.6±7.6	33.2±8.7	86.8±5.6	15
水蒸気	15.2±0.4	57.0±9.2	33.1±7.9	90.1±5.8	16
熱水	15.0±0.4	50.1±10.4	33.8±10.5	83.9±7.7	16
心材水蒸気	18.1±0.1	49.1±5.6	26.5±4.8	75.6±4.0	14

(注) 培養日数37日

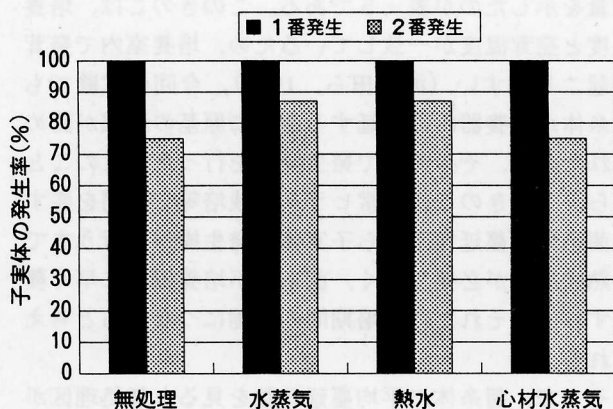
菌糸体蔓延日数，発生量：栽培びん1本当たりの平均値±標準偏差

15.9日であるのに対し、水蒸気区は15.5日、熱水区は15.7日とほぼ同じであり、水蒸気蒸留残渣と熱水蒸留残渣を利用した効果は菌糸体の生長段階では認められなかった。また、心材水蒸気区はヒラタケ栽培同様無処理区に比べて蔓延に日数を要し、発生操作も2日間遅れる結果となった。

子実体の平均発生量は1番発生で水蒸気区が66.3gと最も多く発生し、次いで無処理区の63.6g、熱水区の62.7g、心材水蒸気区の47.2gであった。また、2番発生を含めた総発生量では熱水区が90.7gと最も多く、水蒸気区も89.0gと無処理区に比べて8～10%の



図－3 タモギタケ栽培における子実体の発生経過



図－4 タモギタケ栽培における子実体の発生率

増量が認められた。この増量は、2番発生で顕著であった。しかし、心材水蒸気区は総発生量で62.7gと無処理区の76%の発生しか見られなかった。これは、ヒラタケ栽培と同様結果であった。

次に、子実体の発生経過と発生率を示したのが図－3、4である。子実体の発生経過は、無処理区、水蒸気区、熱水区ともほぼ同じ傾向を示し、1番発生の収穫期間も平均2.2日～2.5日とほぼ同じであった。一方、子実体の発生率は各試験区とも1番発生は100%であったが、2番発生では無処理区が75%であるのに対し、水蒸気区、熱水区は87%と高い値を示した。これらのことから、水蒸気蒸留残渣及び熱水蒸留残渣は無処理スギオガ粉に比べて、子実体の発生に増量が見られ、特に2番発生が高い発生率で発生量も多かったことから、無処理スギオガ粉の培地基材の代替材料として利用できることが確認された。河原田ら（1997）は培地基材として広葉樹のイタヤカエデやカンバ類が適しており、針葉樹のエゾマツやトドマツは発生量が少なくなるが利用は可能であると報告している。また、原田ら（1999）は窒素含有量が低いオガ粉培地では米ぬか等の培地添加物の混合割合により、生殖生長がコントロールできると報告している。このことから、本試験においてきのこ栽培への利用効果が認められたスギ精油抽出残渣も培地添加物との混合割合等を検討すれば、より効果が期待できると考えられる。

3. ブナシメジ栽培

ブナシメジ栽培における菌糸体蔓延日数と発生状況を示したのが表－6である。菌糸体の平均蔓延日数は無処理区が27.7日であるのに対し、水蒸気区は28.2日、熱水区は28.1日とほぼ同じであり、心材水蒸気区は31.8日と4日ほど長く、1のヒラタケ栽培や2のタモギタケ栽培の結果と同様の傾向を示した。発生操作から収穫までに要した平均発生日数は、無処理区が27.8日であるのに対し、他の試験区は27.6日～28.2日とほぼ同じであった。

また、子実体の平均発生量は熱水区が90.0gと最も多く発生し、次いで無処理区の85.4g、水蒸気区の

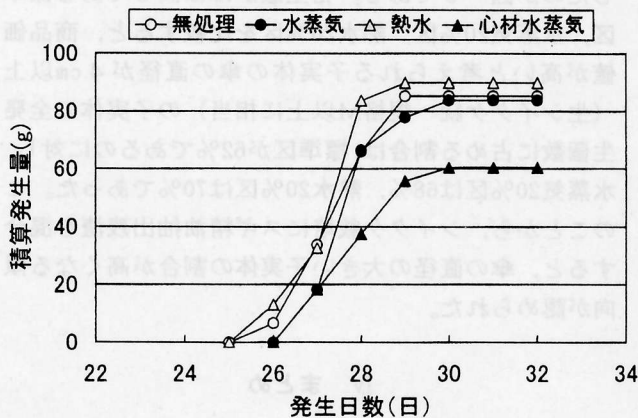
表－5 タモギタケ栽培における菌糸体蔓延日数と子実体発生量

試験区	菌糸体 蔓延日数 (日)	発 生 量			供試本数 (本)
		1 番(g)	2 番(g)	計(g)	
無処理	15.9±0.7	63.6±6.0	18.8±13.4	82.4±12.3	16
水蒸気	15.5±0.6	66.3±5.3	22.7± 9.7	89.0± 8.5	15
熱水	15.7±0.8	62.7±8.4	28.0±14.6	90.7±11.7	15
心材水蒸気	17.3±0.9	47.2±6.3	15.5±10.4	62.7± 8.3	16

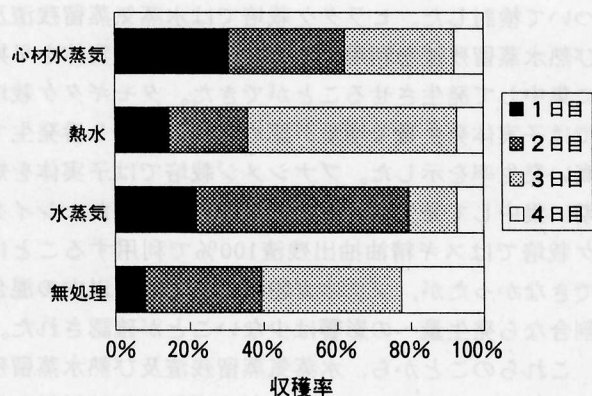
(注) 培養日数：無処理区、水蒸気区、熱水区；15日、心材水蒸気区；17日
菌糸体蔓延日数、発生量：栽培びん1本当たりの平均値±標準偏差

83.9 g と差は認められなかった。一方、心材水蒸気区は60.5 g と無処理区の71%の発生しか見られず、他のきのこに比べて最も低い発生量であった。これは、ブナシメジの培養日数が91日間と他のきのこに比べて長いことから、培地基材を分解して栄養源にしていることが原因で培地基材の分解しにくさが影響していると考えられる。

次に、子実体の発生経過と収穫率を示したのが図－5、6である。収穫期間は各試験区とも4日間であった。そこで、その4日間の子実体収穫率を見ると、無処理区が3日目までに77%収穫できたのに対し、水蒸



図－5 ブナシメジ栽培における子実体の発生経過



図－6 ブナシメジ栽培における子実体の収穫率

気区、熱水区、心材水蒸気区ではいずれも92%を超える高い収穫率であり、子実体を短期間に集中して収穫することができた。これらのことから、水蒸気蒸留残渣及び熱水蒸留残渣は無処理スギオガ粉に比べて、子実体を短期間に集中して収穫することができることから、無処理スギオガ粉の培地基材の代替材料として利用できることが確認された。

4. シイタケ栽培

シイタケ栽培における子実体発生量と発生個数を示したのが図－7、8である。水蒸気100%区と熱水100%区は、培養期間中に雑菌が発生したため廃棄した。

子実体の平均発生量は標準区が212.9 g であるのに対し、水蒸気蒸留残渣をブナオガ粉に20%混合した水蒸気20%区は215.2 g、熱水蒸留残渣を20%混合した熱水20%区は227.7 g でほぼ同じであった。しかし、水蒸気蒸留残渣を50%混合した水蒸気50%区は172.1 g、熱水蒸留残渣を50%混合した熱水50%区は167.2 g で標準区の79～81%の発生量であることから、スギ精油抽出残渣の混合割合が高くなると子実体発生量が減少する傾向が認められた。また、子実体の平均発生個数は標準区が16.1個であるのに対し、水蒸気20%区、熱水20%区は16.7個と差は認められなかった。しかし、50%混合した水蒸気50%区は13.5個、熱水50%区は12.6個と標準区の78～84%で、発生量同様スギ精油抽出残渣の混合割合が高くなると発生個数も減少する傾向が認められた。この傾向は、ヒノキチップ残渣をシイタケ栽培に利用した袴田（1996）の結果と同じであった。これらのことから、スギ精油抽出残渣はブナオガ粉の培地基材の代替材料として適さないことが確認された。

中島ら（1980）や松井ら（2001）はスギ材に含まれているフェルギノールやサンダラコピマリノールがシイタケ菌糸の生育阻害を起こすと報告しており、森はこれらジテルペン類は水蒸気蒸留よりも熱水蒸留の方が効率的に抽出できることを確認している（未発表）。しかし、水蒸気区と熱水区を比較すると、20%区、50%区でともに子実体の発生量、発生個数はほぼ同じで

表－6 ブナシメジ栽培における菌糸体蔓延日数と発生状況

試験区	蔓延日数 (日)	発生日数 (日)	発生量 (g)	供試本数 (本)
無処理	27.7±1.2	27.8±0.9	85.4±5.7	13
水蒸気	28.2±1.1	28.1±1.1	83.9±3.7	14
熱水	28.1±0.9	27.6±0.9	90.0±4.4	14
心材水蒸気	31.8±1.6	28.2±1.0	60.5±3.0	13

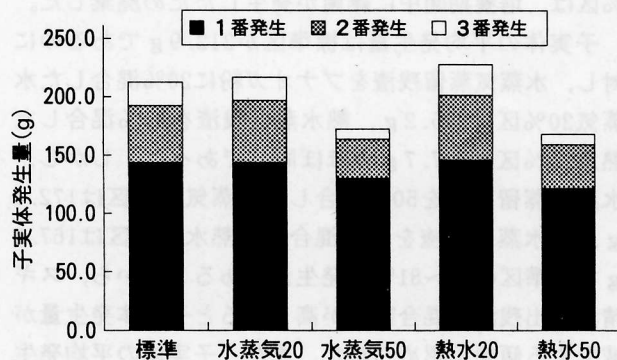
(注) 培養日数91日

蔓延日数、発生日数、発生量：栽培びん1本当たりの
平均値±標準偏差

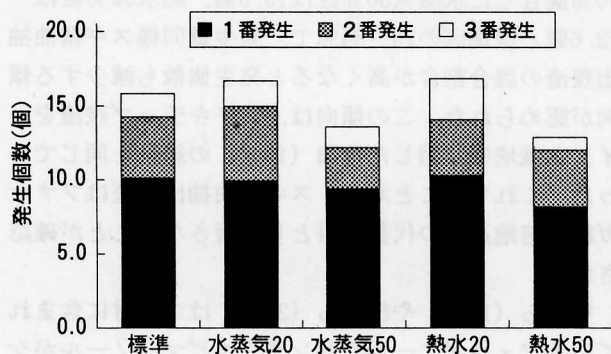
あり、差は認められなかった。

そこで、混合割合を検討したところ、スギ精油抽出残渣をブナオガ粉に20%混合した試験区では、子実体の発生量や発生個数はブナオガ粉100%と同程度の結果が得られた。

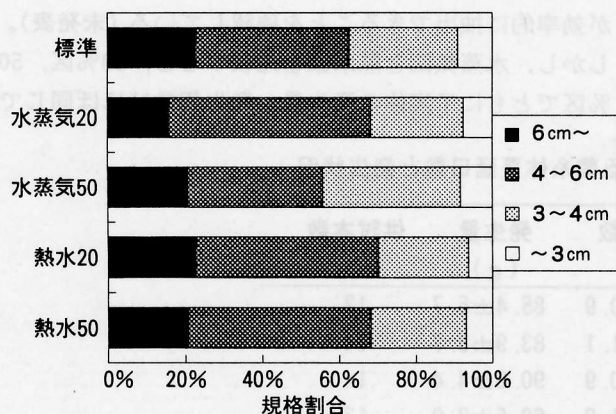
スギオガ粉のシイタケ栽培への利用について古川（1992）は、針葉樹オガ粉の混合は20～30%以内が良い、笠原ら（2001）は針葉樹オガ粉の混合は10%程度であれば、発生量への影響は少ないと報告している。また、中里（1994）は3ヶ月間撒水堆積処理したスギオガ粉の混合は50%以下なら良いと報告しており、筆



図－7 シイタケ栽培における子実体発生量



図－8 シイタケ栽培における子実体発生個数



図－9 シイタケ栽培における子実体の規格割合

者も3～7ヶ月堆積処理したスギオガ粉の混合は20～30%以内なら発生量に影響は少ないことを確認している（未発表）。今回の試験では、堆積処理をせず、蒸留処理のみしたスギオガ粉の混合は20%以内なら発生量に影響は少ないことが確認された。このことは堆積処理したスギオガ粉と同様の効果が認められ、大変意義あるものと思われる。いずれにせよ、廃棄物として利用されないスギ精油抽出残渣が20%以内なら利用できることは、シイタケ栽培において多少なりともコストダウンにつながるものと思われる。

次に、発生した子実体の傘の直径別の個数割合を示したのが図－9である。発生量がほぼ同じである標準区、水蒸気20%区、熱水20%区を比較すると、商品価値が高いと考えられる子実体の傘の直径が4 cm以上（生シイタケ統一規格M以上に相当）の子実体の全発生個数に占める割合は、標準区が62%であるのに対し、水蒸気20%区は68%、熱水20%区は70%であった。このことから、シイタケ栽培にスギ精油抽出残渣を混合すると、傘の直径の大きい子実体の割合が高くなる傾向が認められた。

IV まとめ

スギ材より精油を抽出した後に排出する抽出残渣がきのこ栽培の培地基材に利用できるかを確認するため、ヒラタケ、タモギタケ、ブナシメジ、シイタケについて検討した。ヒラタケ栽培では水蒸気蒸留残渣及び熱水蒸留残渣を利用することにより、子実体を早期に集中して発生させることができた。タモギタケ栽培では子実体発生量で増量が認められ、特に2番発生で高い発生率を示した。ブナシメジ栽培では子実体を短期に集中して発生させることができた。また、シイタケ栽培ではスギ精油抽出残渣100%で利用することはできなかったが、ブナオガ粉に対して20%以内の混合割合なら発生量への影響は少ないことが確認された。

これらのことから、水蒸気蒸留残渣及び熱水蒸留残渣は、きのこ栽培においてスギオガ粉の代替材料もしくはブナオガ粉の代替材料として20%以内の混合割合なら培地基材として十分利用できることが確認された。しかし、心材水蒸気蒸留残渣はどのきのこにおいても利用効果は認められなかった。

V 謝 辞

ブナシメジの栽培において菌株の提供やご助言をいただいた有限会社カントリーファームの中島高久氏に感謝の意を表する。

引用文献

- 浅野猪久夫 (1982) 木材の辞典. 422pp, 朝倉書店, 東京.
- 古川久彦 (1992) 林業改良普及双書112 菌床シイタケの栽培と経営. 179pp, (社) 全国林業改良普及協会, 東京.
- 袴田哲司 (1996) シイタケ菌床栽培技術の改良 (I) —精油を抽出したヒノキチップ残渣の利用—. 静岡県林技セ研報24: 21-24.
- 原田 陽・宜壽次盛生・伊藤 清・富樫 巖・中谷 誠 (1999) タモギタケの子実体形成に及ぼす培地水分と米ぬか添加率の影響. 日本応用きのこ学会誌7: 13-18.
- 今村博之 (1983) 木材利用の化学. 422pp, 共立出版, 東京.
- 甲斐勇二 (1990) 木材の化学. 275pp, 文永堂出版, 東京.
- 笠原 航・松崎 明・内山 寛・竹原太賀司 (2001) シイタケ菌床栽培技術, 福島県林研セ研報34: 130-138.
- 河原田洋三・瀧澤南海雄・富樫 巖・宜壽次盛生・原田 陽・伊藤 清 (1997) タモギタケの栽培マニュアル—エルク・マッシュの栽培方法—. 14pp, 北海道きのこ農業協同組合, 北海道.
- 松井隆尚・松下洋一・管本和寛・小川喜八郎・小宮山晶子・牟田信次 (2001) スギ材のテルペノイドのシイタケ菌糸生育阻害作用. 木材学会誌47: 58-62.
- 宮崎良文 (1996a) 室内塵中ダニ (ヤケヒョウヒダニ) に及ぼすビバ材油の影響. 木材学会誌42: 624-626.
- 宮崎良文 (1996b) 森の香り. 117pp, フレグランスジャーナル社, 東京.
- 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: 698-702.
- 中里康和 (1994) シイタケ菌床栽培技術の確立—スギオガクズによる栽培試験—, 平成6年度青森県林試報告: 24-31.
- 織部雄一郎・宮崎良文 (1997) 屋内塵性のダニ類 (ヤケヒョウヒダニ) に及ぼす2種の材油の影響. 木材学会誌43: 521-523.
- 曾我部昭好・金城一彦・阿部フミ子・山内辰郎・屋我嗣良 (2000) オビスギ心材 (*Cryptomeria japonica* D. Don) の殺蟻成分. 木材学会誌46: 124-131.
- 高島幸司 (1997) 食用担子菌の成育に及ぼすカラマツ水抽出物の影響に関する研究. 富山県林技セ研報10: 1-53.
- 谷田貝光克 (1995) 樹木抽出成分利用技術の開発. (樹木抽出成分利用技術研究成果集. 422pp, 樹木抽出成分利用技術研究組合, 東京): 15-26.