

クワ鋸屑によるシイタケ菌床栽培

シイタケ菌床の代替培地基材としてのクワ鋸屑の検討

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	仲田,幸樹 西原,寿明 藤原,孝光
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	18号
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	1997年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



クワ鋸屑によるシイタケ菌床栽培

—シイタケ菌床の代替培地基材としてのクワ鋸屑の検討—

仲田 幸樹・西原 寿明・藤原 孝光*

Shiitake (*Lentinula edodes*) cultivation with sawdusts from mulberry tree

Yukitatsu NAKATA, Yoshiaki NISHIHARA and Takamitsu FUJIWARA*

クワ枝条鋸屑の代替培地基材としての利用可能性を検討するため、代表的な菌床栽培用品種北研600号を用いて木粉培地での菌糸体の生長速度、原基形成、子実体発生量について調べた。クワ培地では菌糸生長速度はコナラ培地に比しやや遅く、培養中の培地固形物減少率と含水率もより低く推移した。子実体原基はコナラ培地よりも多数形成された。クワ培地では子実体発生量はコナラよりも多かったが、小型のものが多く1次発生に集中発生する傾向が強いことから標準的な90日の培養期間では過熟になると思われた。培養期間を短縮すると子実体の発生が分散して1次発生への集中が緩和され、個重が増大した。また、リグニン関連物質の添加効果について検討したところ、リグニンスルホン酸ナトリウムは発生量を大きく増加させたが発生個数の増加が著しく、子実体は小型化した。

1. 緒言

シイタケ菌床栽培は全国的に普及しつつあり、本県でも近年急速に拡大した。培地にはコナラ、クヌギ、シイ、カン等ブナ科樹種の鋸屑が使用されるが殆ど県外から入手しており、鋸屑の価格上昇や供給源の広葉樹林の減少から将来良質の培地基材の安定入手が難しくなると予想されるため、保続供給可能な代替培地基材の開発が望まれている。

一方、本県には約530haの桑園があるが、養蚕業の衰退に伴い放置されたり、存続しているところでも維持が困難になりつつあり、新たな用途探索が必要になっている。クワは生長が早く資源の再生産が容易であり、資源量からみて桑園をきのこ栽培のための培地基材供給源として利用する価値が十分にあると考えられる。クワ鋸屑を使ったきのこ栽培の検討例は、ナメコ(青野・渡部1990)、ヒラタケとエノキタケ(若林・関川ら1990)が知られており、両者ともきのこ培地材料として使用可

能であることを報告している。そのうち、若林・関川ら(1990)は鋸屑生産のために枝条を収穫した場合、鋸屑の供給量は桑園10aあたり毎年2~3m³になると見積もっている。シイタケについてもブナより高い収穫が得られたことが最近報告された(寺嶋1995)が、実用化のための栽培実験のデータはまだ十分でない。そこで、クワ鋸屑でのシイタケの栽培特性を明らかにするため、木粉培地での菌糸体の生長速度、原基形成、子実体発生量について検討した。

なお、本研究は国と都道府県の林業試験研究機関の共同研究である地域バイオテクノロジー開発研究「菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良」の一環として実施したものである。

2. 材料と方法

2.1 培地材料と種菌

桑園より刈り取られたマグワ(*Morus alba*)の春切り枝条(1~3年枝)と乾シイタケ栽培用のコ

*現八幡浜地方局大洲出張所林業課

ナラおよびクスギ原木を鋸屑製造機で粒径1～2 mmの鋸屑に加工後、5 mmのメッシュを通して夾雑物を除き、含水率10%程度になるまで風乾した。また、シイタケ菌床製造施設より菌床生産に使用している広葉樹(コナラ主体)の鋸屑とチップを入手し同様に風乾した。

培地添加物には精製フスマを使用し、種菌は本県で最も普及している北研600号を用いた。

2.2 鋸屑培地での菌糸生長

クワとコナラの鋸屑は0.425～1.00 mmメッシュ部分を使用した。鋸屑のみの培地は鋸屑120 gに、フスマを添加した培地は鋸屑102 gにフスマ18 gを加えたものにそれぞれ180 mlの純水を加え、混合攪拌後φ24 mm、長さ200 mmの試験管にリムから9 cmの深さまで軽く押圧しながら詰め、121℃で60分間高圧滅菌した。

放冷後ごく少量の鋸屑種菌を培地上面を均一に覆うよう接種し、恒温恒湿下(20℃、75%RH、暗黒)で培養した。試験管は培地区分毎に5本ずつ供試し、接種後6日目と25日目に培地上面から菌糸体蔓延部先端までの距離を各試験管毎に直交する4方向について測定した。

2.3 培地重量および原基数量変化

クワ及びコナラ鋸屑にフスマを乾燥重量比で6:1の割合で添加し、水道水を加えて含水率を64%に調整した。これをフィルター付きポリエチ

レン栽培袋(シナノパックSK-12-25)に1.00 kgずつ詰めて断面の一边の長さが7 cmの六角柱状に整形し、中央に径2 cmの接種孔を一本あけた。次にタイベストを挟んでキャップをし、121℃で60分間高圧滅菌した。放冷後北研600号の鋸屑種菌を約10 gずつ接種し、恒温恒湿(20℃、75%RH、暗黒)下で培養した。培養開始直後および開始後29日、49日、69日、89日めに任意に4個ずつ菌床を選んで分解し、湿重、培地乾燥重(105℃で48時間乾燥後測定)、原基の個数と個別重量(生重)を測定した。原基の培地からの分離は河内ら(1991)の手法に従い、固くほぼ球形をした菌糸塊を子実体原基とみなし、水浸状のものや柔らかく容易につぶれるものは原基と認めなかった。

2.4 子実体発生試験

表-1に示す培地構成で培地詰め込み重量1.00 kg(鋸屑340 g、フスマ60 g、水600 ml)の菌床を各区14個ずつ作成し、2.4.1～2.4.3の発生試験を行った。培地は殺菌後14個のうち2個をpHと含水率の測定に使用し、残りを発生試験に供した。pHは培地の中心部から15 gずつ採取し、純水100 mlを加えて攪拌しながら3時間経過後に濾過して測定した。培地の含水率は、菌床の上面および底面から3 cmほど内部より3カ所ずつ培地を少量採取して105℃で48時間乾燥し、その乾燥重量から求めた。pH、含水率ともに2個の培地の測定値を平均した。

表-1 各培地区分の培地構成(菌床1個当たり)

培地区分	培地材料と使用量	供試培地数	培養期間	含水率(上/下)	pH
クワ	クワ鋸屑340g、フスマ60g	12	92	64.8/65.2	5.4
コナラ	コナラ鋸屑340g、フスマ60g	11	89	58.9/65.4	5.2
クスギ	クスギ鋸屑340g、フスマ60g	11	88	55.3/67.4	5.3
市販鋸屑	広葉樹鋸屑163g、広葉樹チップ177g、フスマ60g	12	90	59.1/62.6	5.6
市販リグニン	クワ鋸屑340g、フスマ60g、市販リグニン10g	12	91	62.8/62.2	5.4
リグニンスルホン酸	クワ鋸屑340g、フスマ60g、リグニンスルホン酸10g	11	90	63.2/63.0	5.7
アルカリリグニン	クワ鋸屑340g、フスマ60g、アルカリリグニン10g	12	—	64.9/63.3	6.0
クワ(64日培養)	クワ鋸屑340g、フスマ60g	12	64	63.9/64.4	5.5
クワ(77日培養)	クワ鋸屑340g、フスマ60g	12	77	—	—

- 鋸屑は風乾重量(含水率9.5～11%)、フスマは購入時の重量。水は各区とも水道水を600 ml添加。
- 培地含水率とpHは殺菌後に測定。

培地の調製方法、滅菌条件、種菌、接種量、培養条件は2.3と同様である。

培養終了後菌床をガラス室(空調なし)に移し、袋から取り出し表面を水洗いして棚に並べ、連続浸水発生法により9月下旬から12月下旬まで90日間収穫をおこなって6回の発生を得た。各発生次の終了後は休養をおこなわずに直ちに楢木浸水槽に菌床を沈めて24時間浸水した。浸水槽の水は循環型冷却装置で10~13℃を保った。収穫調査期間中は乾燥を防ぐため適宜散水し、子実体に直接ミストがかからないよう配慮した。

子実体は7~8分開きを目安にハサミで切り取って収穫し、傘径を計って4つの規格に分けて個数と生重を計測した。規格分けは傘径が、L級：6 cm以上、M級：4 cm以上6 cm未満、S級：3 cm以上4 cm未満、SS級：2 cm以上3 cm未満、とした。計測後子実体は50℃で24時間乾燥し、さらに105℃で24時間乾燥して絶乾重を測定した。

2.4.1 各種鋸屑での発生試験

クワ春切り枝条、コナラ、クヌギの3種類の鋸屑および菌床製造施設より入手した材料(コナラ主体の広葉樹鋸屑とチップを容積比で等量混合して使用、以下市販鋸屑)について子実体の発生量を調べた。広葉樹チップは添加する水の半量とともにポリ袋に入れて密封し、48時間含水処理してから培地材料を混合した。なお、クワ鋸屑区は以下の2.4.2と2.4.3の実験の共通の対照区でもある。

2.4.2 リグニンの添加

脱アルカリリグニン(以下市販リグニン)、リグニンスルホン酸ナトリウム(以下リグニンスルホン酸)、アルカリリグニン(いずれも東京化成工業(株)製)を1%ずつ添加したクワ鋸屑培地を作成して発生試験を行った。市販リグニンは熱水に、リグニンスルホン酸とアルカリリグニンは水に溶解したのち培地材料と混合した。

2.4.3 培養期間の短縮

クワ鋸屑培地は小型の子実体が多く1次発生に

集中しがちであることを予備試験で確認しており、標準的な90日の培養期間では菌床が過熟になるのではないかと考えられたので、培養期間を64日と77日に短縮して発生試験を行った。

3. 結 果

3.1 鋸屑培地での菌糸生長

菌糸の生長速度は、鋸屑単用、フスマを添加した場合のいずれについてもコナラ培地での菌糸生長がクワ培地での菌糸生長を有意に上回り、フスマの添加によりコナラ培地では菌糸生長が促進されたがクワ培地では促進は認められなかった(表-2、t-test、1%水準)。

表-2 木粉培地での菌糸生長速度

培 地	鋸屑単用	フスマ添加
クワ	3.02±0.03	3.08±0.07
コナラ	3.17±0.07	3.71±0.03

● 平均±標準偏差 (mm/日)

3.2 培地重量、含水率、原基数の変化

培地の固形物重量減少率(固形物残存率として図示)と培地含水率は、クワ、コナラ培地ともに培養が進むにつれて増加し、コナラ培地の方がいずれも高く推移した(図-1)。図-2に培養中の原基形成数(菌床1個当たり平均値)と原基平均個重(生重)の変化を、図-3に49日目以降の3回の測定日毎の原基重量分布を示した。クワ培地ではコナラ培地よりも多数の原基が形成され、29日目から原基の形成が認められた。原基数は培養日数の経過に伴い大きく増加したが、69日目以降は減少していた。コナラ培地では29日目では原基は認められず、49日目までに急速に形成され、その後はやや減少した。クワ培地ではコナラ培地に比し個重の軽い原基の比率が高く、0.4 g以上の原基は認められなかった。また、クワ培地では培養が進むにつれ軽い原基が減少して重い原基が次第に増加する傾向が伺えたが、コナラ培地では明らかでなかった。

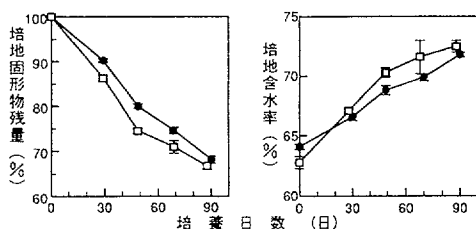


図-1 培養日数の経過に伴う培地重量減少と含水率の変化

供試菌株4個、シンボルは平均値を、垂直線は標準偏差を示す。●—クワ □—コナラ

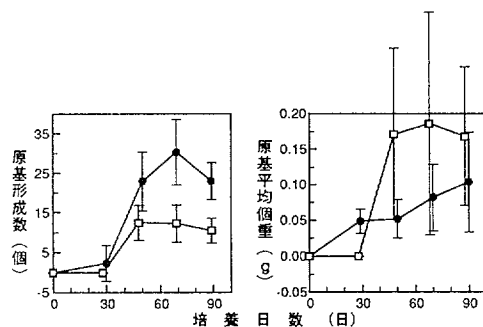


図-2 培養日数の経過に伴う原基形成数と原基平均個重の変化

供試菌株4個、記号の意味は前図に同じ。

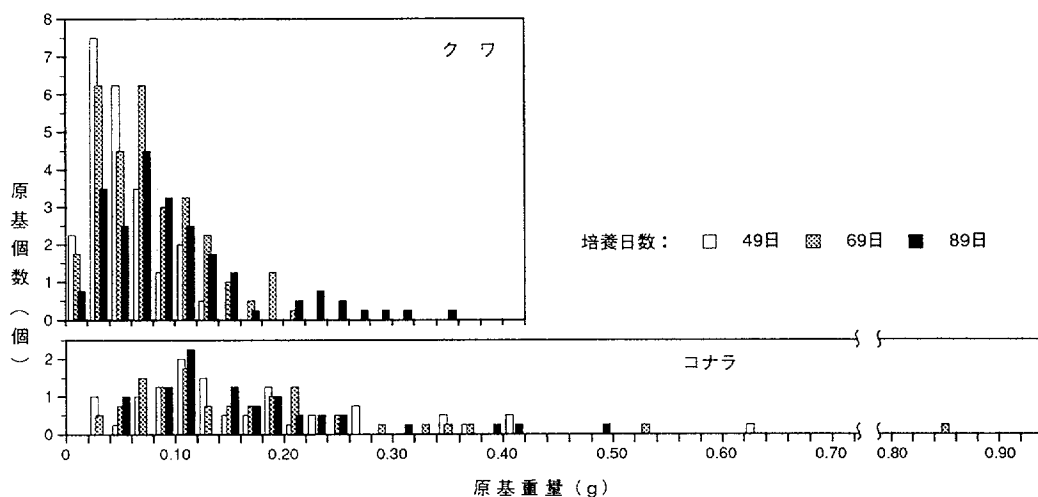


図-3 原基の重量分布

・原基個数は菌株1個当たりの平均値。供試菌株4個。

・原基重量は生重。

3.3 各種鋸屑培地での子実体発生量

殺菌後の培地のpHと含水率は表-1に示した。クワ培地のpHは5.4~5.5で、他の培地と同様であった。培地の含水率はクワ培地では上部、下部ではほとんど差がないのに対しコナラ、クヌギ培地では差が大きくなり、鋸屑粒子の保水力が異なると思われる。

培地詰め込み重量1kgあたりの規格別発生量を表-3に、各発生次毎の発生量を図-4に示した。クワ培地は発生個数が多く1次発生に総発生重量

の48%が集中し、小型や奇形の子実体が多く規格外の比率が他の培地より高かった。コナラとクヌギ培地は発生が分散し、大型の子実体が得られ品質も良かった。市販鋸屑培地は発生個数が多く、クワ培地とはほぼ同数で子実体は小型のものが多くS中心であったが品質は良かった。クワ培地のS級以上の総発生重量に対する比率は69.7%で他の培地(74.3~78.9%)よりも低かった。

3.4 リグニンの添加

発生試験の結果は表-3と図-4に示した。市

表-3 培地 1 kgあたりの規格別発生量

培地区分	総発生量				規格別発生個数					規格別発生重量					S以上		
	個数	生重	個重	絶対重	L	M	S	SS	格外	L	M	S	SS	格外	個数	生重	個重
クワ	39.0	298.2	7.6	30.2	0.3	8.8	10.7	9.3	9.9	7.2	121.9	78.7	39.4	51.0	19.8	207.8	10.5
コナラ	25.7	265.4	10.3	25.9	1.7	4.4	8.1	6.2	5.3	53.3	68.5	75.5	30.3	37.8	14.2	197.3	13.9
クヌギ	27.8	296.6	10.7	28.6	1.2	7.2	9.5	4.8	5.1	35.5	115.1	83.5	21.8	40.7	17.9	234.1	13.1
市販鋸屑	38.0	313.0	8.2	29.4	0.2	7.1	15.6	9.3	5.8	5.2	106.1	128.4	41.7	31.6	22.9	239.7	10.5
市販リグニン	41.6	341.1	8.2	35.1	0.9	8.5	9.8	8.4	14.0	26.7	126.8	75.7	35.5	76.4	19.2	229.2	11.9
リグニンスルホン酸	67.6	405.4	6.0	42.3	0.1	5.5	15.1	17.1	29.8	3.1	81.6	123.3	72.6	124.8	20.7	208.0	10.0
クワ(64日培養)	29.5	342.1	11.6	32.9	1.6	8.5	6.7	4.7	8.0	45.6	148.3	62.2	21.6	64.4	16.8	256.1	15.2
クワ(77日培養)	47.8	378.0	7.9	36.4	0.2	9.0	13.2	12.5	12.9	4.2	137.2	108.7	59.2	68.7	22.4	250.1	11.2

- 子実体の規格分けは傘径による。L: 6 cm以上、M: 4~6 cm、S: 3~4 cm、SS: 2~3 cm、格外: 2 cm未満と奇形。
- 表中の数値は培地詰め込み重量 1 kgあたりの平均発生量を示す。重量の単位は g。
- 連続浸水発生法により空調無し(平均気温13.2℃、平均湿度87.5%)のガラス室にて90日間収穫調査。
- 供試菌床の全てから子実体の発生が認められた。

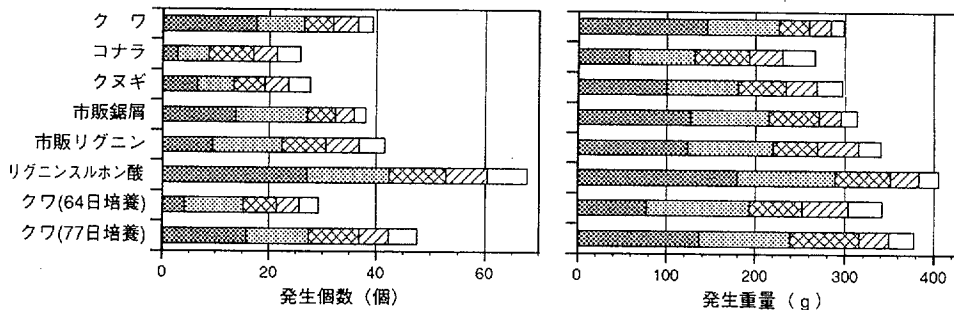


図-4 培地 1 kgあたりの発生次別発生量

■ 1次 ▨ 2次 ▩ 3次 ▤ 4次 □ 5, 6次

販リグニン、リグニンスルホン酸について添加による発生量の増加が認められたが、両添加区とも奇形や小型の子実体が多く、規格外の発生率是对照区よりも多くなった。市販リグニン添加区は個重がやや増加し、L・M級の発生量が増えてS級以上の発生重量は対照区よりも増加したが、総発生重量に対する比率では67.2%で向上しなかった。

リグニンスルホン酸添加区は発生個数、発生重量とも大きく増加し、発生個数の増加率が著しいため発生個数は対照区の1.7倍となり、子実体は更に小型化した。S級以上の発生比率は51.3%と総発生量の半分に低下した。アルカリリグニン添加区は菌糸の蔓延が極めて悪く、120日経過しても菌床は柔らかいまま褐色の皮膜は形成されず、

実験を中止した。菌糸生長不良が培地のpHが6.0と高くなったこと(表-1)が原因かどうかはわからなかった。

3.5 培養期間の短縮

前項と同じく表-3、図-4に結果を示した。

64日、77日培養区とも奇形や極小の子実体が多く、規格外の総発生量に占める比率は対照区(培養期間92日)よりもむしろ少し高くなった。しかし、培養期間の短縮により発生個数と個重のバランスが改善される傾向が伺えた。77日培養区では発生個数、発生重量とも大きく増加したが、個重の増加は少なかった。子実体の発生は対照区よりやや分散してS級の比率が高くなり、S級以上の発生重量そのものは対照区より増加したが、総発生重

量に対する比率では66.2%と対照区よりも低くなった。

64日培養区では発生が明らかに分散して発生個数は減少したが、L・M級の発生重量が増加した。S級以上の発生重量は総発生重量の74.9%となり、コナラ、クヌギ、市販鋸屑培地と並んだ。

4. 考 察

クワ培地とコナラ培地におけるシイタケ菌糸の挙動は異なる様相をみせ、クワ培地では菌糸生長速度、培地重量減少率がコナラ培地より劣るが多数の原基が形成され、子実体発生量は勝るという一見矛盾する結果が得られた。クワ培地では小型の子実体が多く発生が一次発生に集中したことから、クワ培地では菌床の熟成が早く標準的な90日の培養期間では過熟になると判断され、このことは培養期間を短縮すると発生量と個重のバランスが改善されたことにより裏付けられたと思われる。Ohgaら(1992)は最適培養日数を過ぎた過熟菌床では発生個数が多くなって子実体が小型化傾向を示すことを報告している。

寺嶋(1995)はクワ鋸屑の成分について可溶性全炭素と可溶性全窒素の含有率はブナ鋸屑よりも高く、柳川ら(1991)の桑条の成分分析結果を引用して粗蛋白質は2.61%とブナの0.59%よりも多くビタミンB₁も豊富であると報告しており、栄養分の豊かさがクワ鋸屑培地において多数の原基形成と培地の早熟化を招いたのではないかと考えられる。ちなみに西田(1946)によるとコナラとクヌギの粗蛋白質含有量はそれぞれ0.85%、0.99%である。

培地へのリグニン関連物質添加のシイタケ菌糸の栄養生長や子実体形成に対する有効性は、これまでに稲葉ら(1980)、河村ら(1983)、東・北本(1994)によって報告されており、本研究においても子実体の発生量増加が確認された。しかし、東・北本(1994)の検討例ではリグニン添加濃度は0.2%が成熟子実体形成に最適で高濃度では子実

体の発生と発育を阻害したとしており、実験に用いた系統は異なるものの本報告の実験条件では添加濃度が高過ぎた可能性がある。子実体の大型化については市販リグニン添加区において若干の向上が認められたが明確な効果は判断できなかった。ので、培養日数を短縮した上で添加濃度の検討をおこなう必要がある。

本研究の結果から、クワ鋸屑は良品率の向上という課題が残されているが高い収量が得られ、シイタケ菌床の代替培地基材として使用できることがわかった。クワは生長が早く資源の再生産が短期間で可能であり、クワ鋸屑での栽培技術が実用化されれば、培地基材の安定確保のみならずこの培地供給のために伐採される自然林へのストレスを減少させ、生態系の保護にも寄与することができであろう。

謝辞—クワ枝条の入手に便宜を図っていただいた愛媛県蚕業試験場(現愛媛県農業試験場蚕業支場)の栗林茂樹室長(現松山地方局農業改良普及センター)に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 青野 茂・渡部正明(1990) 桑枝条オガクズを利用したナメコ栽培試験。福島県林試研報 23: 56-66.
- 東 昇平・北本 豊(1994) シイタケの栄養生長と子実体形成の栄養環境。きのこの科学 1(1): 7-13.
- 稲葉和功・大塚義富・越島哲夫(1980) シイタケ菌糸の生育を促進する亜硫酸排液区分の分画。木材学会誌 26: 482-487.
- 河村のり子・後藤正夫・中村嘉宏(1983) シイタケ菌の栄養生長および子実体形成に及ぼすリグニンおよびリグニン前駆物質の効果。日菌報 24: 213-222.
- 河内進策・日黒貞利・中野直樹(1991) 木粉培地

でのシイタケ子実体原基の形成. 木材学会誌
37 : 976-980.

西村屹二(1946) 木材化学工業. 上巻, pp.94-
95. 朝倉書店, 東京.

Ohga, S., Roozendaal, F. V., Aspinwall, M. and
Miwa, M.(1992)Yield and size response of the
shiitake mushroom, *Lentinus edodes*, depend-
ing on incubation time on sawdust-based
culture. Trans. Mycol. Soc. Japan 33 : 349-
357.

寺嶋芳江(1995) シイタケの培地基材としてのク
ワ鋸屑の特性. 千葉県林試研報 8 : 6-11.

柳川弘明・渡辺喜二郎・中村匡利・堀江保宏
(1991) 蚕の人工飼料素材としての桑条粉末の
評価. 蚕試昆虫研報 2 : 113-130.

若林秀忠・関川利治・中島二郎・金子 博・
原 真佐夫(1990) クワオガクズを利用した、
エノキタケ「シナノブラウン」及びヒラタケの
栽培. 長野県蚕試要報 26 : 63-76.