

ISSN 0918-113X

研 究 報 告

第 11 号

2003. 7

秋田県森林技術センター

目 次

1. 東北地方等にマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業	
..... 須田 邦裕・伊藤 精二・眞坂 京子・富樫 均	
澤田 智志・佐々木明夫	1 ~ 12
2. 優良きのこ種菌の開発	13~109
I. シイタケ優良品種作出に関する基礎的研究	13~ 96
II. ヤナギタデ (<i>Persicaria hydropiper</i>) の含有する	
ポリゴジアルによる害菌防除について	菅原 冬樹 97~109
3. 有用生理活性物質の検索とその利用に関する研究	111~136
I. クズに含まれる植物成長調節物質の検索	佐藤 博文 ... 111~116
II. キノコの増収に寄与する物質の検索と利用	
..... 佐藤 博文・菅原 冬樹 ...	117~136

東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業

須田 邦裕・伊藤 精二・眞坂 京子・富樫 均・澤田 智志・佐々木明夫

Breeding Project on Resistance to the Pine-wood Nematode in Tohoku district.

Kunihiro SUDA・Seiji ITOU・Kyouko MASAKA

Hitoshi TOGASHI・Satoshi SAWATA・Akio SASAKI

要 旨

近年、マツノザイセンチュウによる松枯れ被害が県内各地で一層の拡大を見せ、飛砂や潮風被害による農作物や県民生活への影響が懸念されている。このため、当センターでは激害地の早期復旧を目的に抵抗性マツの開発に取り組んだ。激害地において残った健全木を抵抗性候補木としてアカマツ54本、クロマツ68本を選抜し、その選抜木から育成した実生苗にマツノザイセンチュウを接種して抵抗性の有無を検定した。その結果、有望な系統が2, 3あったものの検定のスケールが小さく一次検定合格の判断には至らなかった。また、西日本産抵抗性マツの花粉と県内産精英樹との交配を行い、遺伝的にある程度の抵抗性を有した実生苗に接種検定を実施した。その結果、健全率の高い組み合わせが2, 3あったものの選抜実生苗への接種同様検定スケールが小さく合格判定には至らなかった。

I. はじめに

マツノザイセンチュウによる松枯れ(1, 2, 3)被害は明治時代に九州地方で発生して以来(4, 5, 6, 7), 全国的に広がりを見せ、本県では昭和57年に象潟町小砂川で初めて被害が確認されている(8)。

近年の松枯れ被害は、全国的には減少傾向にあるものの本県では、年々被害区域が北上拡大し、平成13年には53市町村にまで達している。また、被害量は平成に入ってから徐々に増え続け、特にここ2～3年では平成11, 12年の夏季の高温・少雨の影響から過去最高の被害量を記録している(9)。

一方松枯れ被害の防除は、毎年実施しているものの被害量があまりに多く物理的に追いつかないため、マツの半数以上が枯れる激害地が急増している。このままでは観光地などの美観を損なうだけでなく、沿岸部の飛砂被害や潮風害による地域住民の生活環境の悪化や農作物の生産基盤が多大な影響を受けかねない状況にある。当センターでは、平成4年度から13年度にかけて「東北地方等マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」で、激害地の早期復旧を図るため抵抗性マツの開発に取り組んだ。

II. 材料と方法

1. 選抜による抵抗性個体の作出(本格対策)

選抜における年次別及び年間の作業内容を図-1に示す。毎年選抜した候補木から種子を採取し、

播種、育苗、接種の一連の作業を繰り返し実施した。選抜の対象となる林分は、県内の被害地の中から松枯れ被害が集団的に広く発生した、被害程度の激しい場所を選んだ（10 11 12 13 14）。候補木は、激害地（写真－1）の中で健全な状態で生き残っている（他の病虫害や気象害を受けていない）ものから選抜した（写真－2）。そして、候補木から育成した接木苗や実生苗にマツノザイセンチュウを接種して抵抗性の有無を検定した。

選 抜		H 8	H 9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18～
	被害地からの種子採取		A採種	播種 B採種	育苗	接種	植栽					
	〔アカマツ〕 〔クロマツ〕				C採種			→				
									→			
						D採種				→		
						E採種					→	

図－1．選抜における年次別及び年間の作業



写真－1．激害地の全景



写真－2．激害地から選抜した候補木

2．交配による抵抗性個体の作出（特別対策）

交配による年次別及び年間の作業内容を図－2に示す。平成4年度から東北産一次検定合格木（アカマツ）より採取した花粉を用いて交配、採種、播種、育苗、接種の一連の作業を実施してきたものの、高い抵抗性は期待できなかった。このため、平成8年度からは関東以西で選抜された抵抗性アカマツの花粉を林木育種センター東北育種場から導入し（平成12年度からは、抵抗性クロマツの花粉も導入しクロマツ精英樹との交配を行っている）アカマツ及びクロマツ精英樹と人工交配を行い、遺伝的にマツノザイセンチュウに対してある程度抵抗力を備えた個体の作出を目指した（15）。

交配作業は、雌花の開花2週間ほど前から行った。まず前年枝の針葉と周りの雄花を取り除き、雌花にマツ用の二重交配袋をかぶせ、飛散する他のマツ花粉と受粉をしないよう雌花を隔離した。雌花が赤色になり花芽の鱗片が開きかけた時に花粉銃を使い、抵抗性マツの花粉を交配袋に注入して受粉させた（写真－3）。1ヶ月程した後、交配袋を取り除き受粉の成否を確認しながら標識テープと交配の組み合わせを記したラベルを枝に取り付けた（写真－4）。

		H 8	H 9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18～
交 配	抵抗性アカマツ (クロマツ) × 精英樹アカマツ 〃 クロマツ	A 交配	採種 B 交配	播種	育苗	接種	植栽					
				C 交配				→				
									→			
				D 交配						→		
						E 交配					→	
						F 交配						→

図－2．交配による年次別及び年間作業



写真－3．抵抗性個体と精英樹の交配



写真－4．交配によって結実した種子

3. 選抜及び交配苗木に対する接種検定

接種検定の流れを図－3に示す。接種用の苗木は選抜木及び交配による苗木が実生の場合、3年生で苗長が30cm前後に成長するよう育成管理した。接種に使用するマツノザイセンチュウは林木育種センター東北育種場から導入した島原個体群(15)を用いた。シャーレで培養されたセンチュウを冷蔵庫内で保管し接種の前日に培地とセンチュウの分離作業を行った。センチュウの分離方法は、ロートに金網を張りその上にガーゼをのせ、ロートの下部へつないだゴム管の先端にピンチコックを取り付ける。次にロートに滅菌水を注ぎ、その中へ培地を入れてから約5時間で分離し、ピンチコックへ沈殿したセンチュウをビーカーに取り出す。そのセンチュウを0.1ccあたり約1万頭になるよう頭数調整を行うとともに接種もれを防ぐため、ジベレリン用着色剤(赤色102号)2,000倍液で着色したマツノザイセンチュウを接種検定に用いた。接種方法は、剥皮接種法(16)で行った(写真－5)。

主軸を幅1mm、長さ3cm程剥皮して、鋸で浅いカキ傷をつけ、センチュウの入った容器を均等になるよう十分攪拌しながらマイクロピペットで0.1ccを鋸傷の所へ接種した。接種後、10週間に渡って枯損調査を行い抵抗性の有無を検定した(写真－6)。

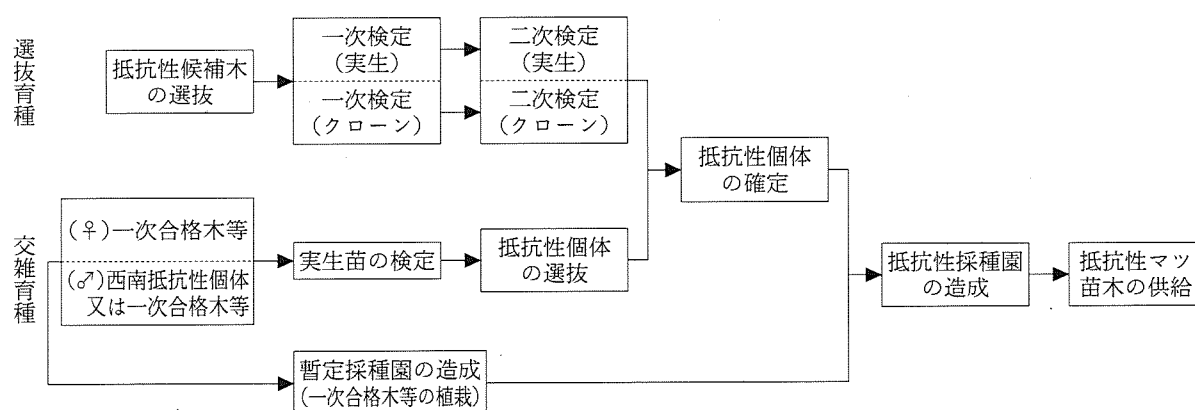


図-3. 接種検定の流れ



写真-5. 剥皮法による接種作業



写真-6. 接種検定中の抵抗性候補木の实生苗

II. 結果と考察

1. 選抜による抵抗性個体の作出

県内の激害地より選抜したアカマツ抵抗性候補木は、平成13年度までに54本で表-1に示す。平成4～5年は、内陸部での被害が多かったため湯沢市を中心とした選抜を行った。平成8年度以降は、海岸部での被害が多く見られたことから、男鹿市、本荘市、岩城町からの選抜が中心となった。また、内陸部では、雄和町、協和町、西仙北町での被害が顕著であったため、選抜はこの3町を中心に行った。これらの地域は山間部が多く斜面がきついため、被害木の徹底した伐倒くん蒸処理が困難であったことから被害が広がったものと考えられる。一方、クロマツの選抜候補木は、平成13年度までに68本で表-2に示す。クロマツの現存する場所は、ほとんどが海岸線を中心としているため、被害も海岸部に多く発生している。よって選抜地も南秋地区（男鹿市、若美町、天王町など）と本荘由利地区（本荘市、岩城町、西目町、仁賀保町、金浦町、象潟町など）の二大被害地からとなっている。この2つの地区は平成11、12年の夏場の高温少雨の影響で被害が一気に拡大し、微害～中害だった松林がここ2～3年の間に激害地へと変貌している（写真-7、8）。これによって今までこの地区で候補木として選抜したクロマツのほとんどが松くい被害にあって枯死している。これは、秋田県内の多くの被害地は松くいの病状が進行中の場所がほとんどであり被害が終えんし、抵抗性のあるマツだけが残っている場所が非常に少ないことを示している。こうしたことから、今後の対策として、数多くの

被害地を回り被害の推移を観察しながら、残存木の中から抵抗性候補木を慎重に選抜する必要がある。



写真-7. 平成12年9月12日撮影

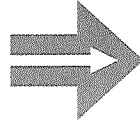


写真-8. 平成14年11月13日撮影

写真-7、8. 微、中害地から激害地への変貌（撮影地：仁賀保町芦田）

2. 交配による抵抗性個体の作出

平成8年度から行ったクロマツ精英樹と抵抗性花粉との交配を表-3に示す。平成8年度から11年までの4年間でクロマツ精英樹13系統に対し抵抗性アカマツ花粉17個体との交配を行い、全部で105通りの組み合わせで合計531個の袋数となった。また平成12～13年度は、抵抗性クロマツ花粉も東北育種場から導入し、2年間でクロマツ精英樹20系統に対し抵抗性クロマツ花粉7個体と交配を行い、全部で45通りの組み合わせで1089個の袋数となった。一方アカマツ精英樹と抵抗性アカマツとの交配を表-4に示す。平成9年度から13年度までの5年間で精英樹18系統に対し抵抗性アカマツ花粉22個体との交配を行い、全部で85通りの組み合わせで823個の袋数となった。平成8年から11年までは各袋数が少ないにもかかわらず多くの組み合わせで交配していたため、獲得できる種子数が少なかった。そのため、播種育苗し接種できる数量自体も少なく、検定のスケールが小さいため、なかなか結果に結びつかなかった。このような現状から平成12年度からは、5年後の接種結果が出やすいよう1つの組み合わせの袋数を増やすとともに、平成13年度からは高所作業車を導入することで従来方式（脚立や小型の作業車）に比べ作業効率を飛躍的に向上させることができるようになった。これにより接種検定用交配苗木養成が容易となり、きちんとした接種検定が行われる体制が整備された。また、抵抗性クロマツ花粉との交配で作出されたクロマツ苗は、一次接種検定後の健全な苗木を海岸部の激害地への試験植栽を検討中である。

3. 選抜及び交配苗木に対する接種検定

平成12年度の接種結果を表-5に示す。選抜木のクロマツ実生苗の中ではクロマツ（男鹿）33号が37.5%と対照木よりも高い健全率を示したが、検定スケールが小さく基準を満たしていないため合格にはならなかった。他の選抜木は健全率が30%以下と低く、33号以外に顕著な抵抗性を示す系統は見あたらなかった。交配苗については、一部で抵抗性の高い結果の出た組み合わせがあったものの、選抜木同様全体的に健全率が低く、精英樹と抵抗性個体との交配苗ではあったものの抵抗性の向上がみ

られない結果に終わった(17)。しかし、牡鹿103(宮城産)×備前ア137, 牡鹿103×宮島ア54の接種結果については、スケールが小さいものの健全率が50%前後とかなりの抵抗性を示した。この検定に用いて枯損しなかった交配苗木19本については、平成13年12月天王町天王のアカマツ林内に環境適応性などの観察を目的に試験植栽を行っている。次に平成13年度の接種結果を表-6に示す。選抜木のアカマツ、クロマツ実生苗への接種では、接種本数のスケールが20本以下と小さい上、健全率も30%以下がほとんどであった。その中でアカマツ(男鹿)27号が58.3%の健全率を示し、対照木とも比較してもはるかに高い数値であった。今回の接種検定で枯れずに残った27号の健全苗7本については、平成14年7月に再度接種を行い抵抗性の度合い調査中である。一方、アカマツ精英樹×抵抗性アカマツ、精英樹クロマツ×抵抗性アカマツの交配苗(15)の接種では、五城目102×D19, 北秋田107×D11, 北秋田107×D19の三つの組み合わせで健全率が40%を超える結果が得られた。しかし、接種本数がいずれも20本以下であり、スケールが小さいことで接種検定の信頼性が低く一次検定に合格しないという結果に終わった。接種検定後、残った健全苗については、選抜木同様平成14年度に再度接種を行い、抵抗性の度合いを調査中である。

IV. おわりに

この課題がスタートして10年の歳月が経過したものの、残念ながら未だに一次検定の合格木による暫定採種園はできていない。理由は、選抜木の多くが激害地にあるため、集中的にマツノザイセンチュウの被害にあう可能性が高く、強い抵抗性が無いため2~3年のうちに枯れてしまうことが多い。また、本県の海岸林は人工植栽された部分が多く、遺伝的変異が少ないため、抵抗性個体の出現率が低い。また、抵抗性がある程度期待できる交配苗は、受粉した球果が害虫の食害にあったり、寒さに弱かったりと接種用苗木の確保が難しいなどの理由が上げられる。これらの問題点の解決策として激害地での選抜方法の見直しや交配木への薬剤散布を増やしたり、高所作業車導入による交配作業の効率化を進めることで、接種本数を大量に確保し接種検定での一次検定合格木作出へ向け着実に前進しているところである。

一方、本事業は平成13年度で終了したものの、新たな県単事業で「検定用マツ苗木の大量増殖」という課題の中で新潟産1次検定合格木と抵抗性アカマツとの交配や激害地実生苗への現地での接種検定、接種済健全苗木の供給など多方面に渡って新たな展開を図っているところである。今後、抵抗性マツ採種園造成、そして抵抗性苗木の供給へ向け、多方面の協力を得ながら鋭意取り組んでいきたい。

引用文献

- (1) 清原友也・徳重陽山(1971) マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp.の接種試験. 日林誌53: 210-218.
- (2) 伊藤一雄(1972) 特別研究「まつくいむしによるマツ類の枯損防止に関する研究」を終えて. 森林防疫21: 109-112.
- (3) 森本桂・岩崎厚(1972) マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割.

日林誌54：177-183.

- (4) 矢野宗幹 (1913) 長崎県下松樹枯死原因調査. 山林公報第4号付録：1-14.
- (5) 伊藤一雄 (1975) 松くい虫の謎を解く. 162pp, 農林出版, 東京.
- (6) 小林富士雄 (1978) 松くい虫. 森林防疫制度史：133-151, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京.
- (7) 伊藤一雄 (1979) 松くい虫から材線虫へ—松枯れの原因を探る. 69pp, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京.
- (8) 岸洋一 (1988) マツ材線虫病—松くい虫—精説. 292pp, トーマスカンパニー, 東京.
- (9) 秋田県林務部 (2002) 秋田県林業統計. 250pp., 秋田県林務部.
- (10) 大山浪雄 (1974) 林木の抵抗性に関する研究. マツノザイセンチュウに関連して. 林業技術 386：16-20.
- (11) 大庭喜八郎 (1973) マツノザイセンチュウ抵抗性育種. 林木の育種99：1-6.
- (12) 西口親雄 (1978) 病虫害抵抗性・落書帳. 林木の育種107：1-4.
- (13) 岩下礼治 (1978) マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業. 林木の育種107：5-8.
- (14) 金川侃 (1979) マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の概要 (茨城県). 林木の育種112：49-51.
- (15) 戸田忠雄 (1997) マツノザイセンチュウ抵抗性マツの育成. (松くい虫 (マツ材線虫病) —沿革と最近の研究—, 全国森林病虫獣害防除協会編. 274pp, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京). 168-274.
- (16) 藤本吉幸・戸田忠雄・西村慶二・山手廣太・冬野劭 (1989) マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業—技術開発と事業実施10か年の成果—. 林育研報7：1-84.
- (17) 戸田忠雄 (1996) マツノザイセンチュウ抵抗性育種. 森林防疫45：2-7.

表-1. アカマツ選抜候補木

選抜年度	樹種名	選 抜 木 所 在 地	個 体 番 号
平成4年度	アカマツ	湯沢市菰槌山	秋田(湯 沢) アカマツ1
	アカマツ	湯沢市三嶽山字嶽沢	秋田(湯 沢) アカマツ2
	アカマツ	本荘市二十六木字前田	秋田(本 荘) アカマツ3
平成5年度	アカマツ	湯沢市菰槌山	秋田(湯 沢) アカマツ4
	アカマツ	湯沢市菰槌山	秋田(湯 沢) アカマツ5
	アカマツ	湯沢市三本槍山	秋田(湯 沢) アカマツ6
	アカマツ	湯沢市谷地沢山	秋田(湯 沢) アカマツ7
	アカマツ	湯沢市谷地沢山	秋田(湯 沢) アカマツ8
	アカマツ	湯沢市谷地沢山	秋田(湯 沢) アカマツ9
平成8年度	アカマツ	男鹿市田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ10
	アカマツ	男鹿市田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ11
	アカマツ	男鹿市田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ12
	アカマツ	男鹿市田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ13
	アカマツ	男鹿市田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ14
	アカマツ	男鹿市田谷沢字立木沢	秋田(男 鹿) アカマツ15
平成9年度	アカマツ	協和町淀川字中淀川	秋田(協 和) アカマツ16
	アカマツ	協和町淀川字中淀川	秋田(協 和) アカマツ17
	アカマツ	男鹿市田谷沢字立木沢	秋田(男 鹿) アカマツ18
	アカマツ	西仙北町刈和野三十刈箒沢	秋田(西仙北) アカマツ19
平成10年度	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ20
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ21
	アカマツ	男鹿市田谷沢字立木沢	秋田(男 鹿) アカマツ22
	アカマツ	男鹿市船越船越字一向	秋田(男 鹿) アカマツ23
	アカマツ	男鹿市船越船越字内子	秋田(男 鹿) アカマツ24
	アカマツ	男鹿市船越船越字内子	秋田(男 鹿) アカマツ25
	アカマツ	男鹿市船越船越字内子	秋田(男 鹿) アカマツ26
	アカマツ	男鹿市男鹿中山町字大沢	秋田(男 鹿) アカマツ27
	アカマツ	雄和町椿川奥椿台	秋田(雄 和) アカマツ28
	アカマツ	雄和町椿川奥椿台	秋田(雄 和) アカマツ29
	アカマツ	本荘市三川字栗山	秋田(本 荘) アカマツ30
	アカマツ	岩城町内道川字扇田山	秋田(岩 城) アカマツ31
	アカマツ	協和町淀川字中淀川	秋田(協 和) アカマツ32
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ33
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ34
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ35
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ36
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ37
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ38
平成11年度	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字山辺沢	秋田(西仙北) アカマツ39
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ40
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ41
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ42
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ43
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ44
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ45
	アカマツ	西仙北町大沢郷寺字立倉	秋田(西仙北) アカマツ46
平成12年度	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ47
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ48
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ49
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ50
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ51
平成13年度	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ52
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ53
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ54
	アカマツ	男鹿市脇本田谷沢字要沢	秋田(男 鹿) アカマツ55

表-2. クロマツ選抜候補木

選抜年度	樹種名	選 抜 木 所 在 地	個 体 番 号
平成4年度	クロマツ	男鹿市加茂青砂字中台	秋田(男 鹿)クロマツ1
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字中台	秋田(男 鹿)クロマツ2
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字土田	秋田(男 鹿)クロマツ3
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字土田	秋田(男 鹿)クロマツ4
	クロマツ	本荘市二十六木字前田	秋田(本 荘)クロマツ5
	クロマツ	本荘市二十六木字前田	秋田(本 荘)クロマツ6
平成5年度	クロマツ	本荘市荒町字扇田	秋田(本 荘)クロマツ7
	クロマツ	本荘市二十六木字前田	秋田(本 荘)クロマツ8
	クロマツ	本荘市大沢字大沢	秋田(本 荘)クロマツ9
	クロマツ	本荘市大沢字大沢	秋田(本 荘)クロマツ10
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字中台	秋田(男 鹿)クロマツ11
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字土岡	秋田(男 鹿)クロマツ12
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字室地	秋田(男 鹿)クロマツ13
平成8年度	クロマツ	本荘市川口字柴野	秋田(本 荘)クロマツ14
	クロマツ	本荘市川口字柴野	秋田(本 荘)クロマツ15
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字五輪台	秋田(男 鹿)クロマツ16
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字五輪台	秋田(男 鹿)クロマツ17
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字五輪台	秋田(男 鹿)クロマツ18
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字五輪台	秋田(男 鹿)クロマツ19
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字五輪台	秋田(男 鹿)クロマツ20
	クロマツ	岩城町内道川字水沢山	秋田(岩 城)クロマツ21
	クロマツ	岩城町内道川字水沢山	秋田(岩 城)クロマツ22
	クロマツ	本荘市三川栗山	秋田(本 荘)クロマツ23
平成9年度	クロマツ	本荘市三川栗山	秋田(本 荘)クロマツ24
	クロマツ	本荘市三川栗山	秋田(本 荘)クロマツ25
	クロマツ	本荘市三川栗山	秋田(本 荘)クロマツ26
	クロマツ	本荘市三川栗山	秋田(本 荘)クロマツ27
	クロマツ	本荘市芦川字宮ノ沢	秋田(本 荘)クロマツ28
	クロマツ	本荘市芦川字折林	秋田(本 荘)クロマツ29
	クロマツ	本荘市芦川字折林	秋田(本 荘)クロマツ30
	クロマツ	本荘市松ヶ崎神沢字大森山	秋田(本 荘)クロマツ31
	クロマツ	本荘市松ヶ崎神沢字七曲	秋田(本 荘)クロマツ32
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字道柴	秋田(男 鹿)クロマツ33
平成10年度	クロマツ	男鹿市加茂青砂字加茂	秋田(男 鹿)クロマツ34
	クロマツ	男鹿市戸賀塩浜字黒森	秋田(男 鹿)クロマツ35
	クロマツ	男鹿市戸賀塩浜字大黒森	秋田(男 鹿)クロマツ36
	クロマツ	男鹿市戸賀塩浜字漁元崎	秋田(男 鹿)クロマツ37
	クロマツ	男鹿市加茂青砂字五輪台	秋田(男 鹿)クロマツ38
	クロマツ	本荘市松ヶ崎神沢字大森山	秋田(本 荘)クロマツ39
	クロマツ	本荘市親川字小畑	秋田(本 荘)クロマツ40
	クロマツ	本荘市親川字小畑	秋田(本 荘)クロマツ41
	クロマツ	本荘市親川字小畑	秋田(本 荘)クロマツ42
	クロマツ	本荘市親川字小畑	秋田(本 荘)クロマツ43
平成11年度	クロマツ	本荘市芦川宮ノ前	秋田(本 荘)クロマツ44
	クロマツ	本荘市芦川宮ノ前	秋田(本 荘)クロマツ45
	クロマツ	本荘市芦川宮ノ前	秋田(本 荘)クロマツ46
	クロマツ	本荘市芦川宮ノ前	秋田(本 荘)クロマツ47
平成12年度	クロマツ	本荘市芦川宮ノ前	秋田(本 荘)クロマツ48
	クロマツ	象潟町小砂川三崎	秋田(象 潟)クロマツ49
	クロマツ	象潟町小砂川三崎	秋田(象 潟)クロマツ50
	クロマツ	金浦町飛飛のくずれ	秋田(金 浦)クロマツ51
	クロマツ	金浦町飛飛のくずれ	秋田(金 浦)クロマツ52
	クロマツ	仁賀保町芦田高磯	秋田(仁賀保)クロマツ53
	クロマツ	仁賀保町芦田高磯	秋田(仁賀保)クロマツ54
	クロマツ	仁賀保町芦田高磯	秋田(仁賀保)クロマツ55
	クロマツ	仁賀保町芦田高磯	秋田(仁賀保)クロマツ56
	クロマツ	西目町出戸猿田	秋田(西 目)クロマツ57
平成13年度	クロマツ	西目町出戸猿田	秋田(西 目)クロマツ58
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字田の山	秋田(男 鹿)クロマツ59
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字田の山	秋田(男 鹿)クロマツ60
	クロマツ	男鹿市戸賀戸賀字延田	秋田(男 鹿)クロマツ61
	クロマツ	男鹿市戸賀戸賀字延田	秋田(男 鹿)クロマツ62
	クロマツ	男鹿市戸賀戸賀字延田	秋田(男 鹿)クロマツ63
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字戸沢	秋田(男 鹿)クロマツ64
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字戸沢	秋田(男 鹿)クロマツ65
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字戸沢	秋田(男 鹿)クロマツ66
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字戸沢	秋田(男 鹿)クロマツ67
	クロマツ	男鹿市北浦西黒沢字戸沢	秋田(男 鹿)クロマツ68

表-3. クロマツ精英樹交配表 (交配袋数)

		アカマツ（抵抗性花粉）															クロマツ（抵抗性花粉）								総 計		
年度	母 樹 名 （クロマツ）	D 5	D 1 1	D 1 9	D 4 7	D 6 6	宇 和 島 ア 5 4	大 分 ア 2 0 4	岡 山 ア 8 5	笠 岡 ア 1 2 4	国 見 ア 3 1	真 備 ア 5 8	総 社 ア 3 9	太 宰 府 ア 4	新 居 浜 ア 1 0	備 前 ア 1 3 7	備 前 ア 4 0	宮 島 ア 5 4	川 内 ク 2 9 0	小 浜 ク 2 4	志 摩 ク 6 4	土 佐 清 水 ク 6 3	波 方 ク 3 7	波 方 ク 7 3		夜 須 ク 3 7	
8	能代-1														5		5		5								15
	能代-2														5		5		5								15
	本荘-2														5		5		5								15
	由利-3														5		5		5								15
	由利-7														5		5		5								15
9	飽海-101						3		3		4								4	4							18
	能代-1						8		17		8							8	8								49
	能代-2						4		4		4							4	4								20
	由利-1						4		4		4							4	4								20
	由利-2						4		4		4							4	4								20
	由利-3						4		4		4							4	4								20
	由利-4						5		4		6							6	5								26
	由利-7						4		4		4							4	4								20
10	中頸城-101							4		4		4	4			5			4								25
	本荘-1							4		4		4	4			4			4								24
	由利-1							2		2		1	3			2			2								12
	由利-3							5		5		5	5			5			5								30
	由利-101							4		3		4	3			4			4								22
11	中頸城-101	6	6	6	6	6																					30
	能代-1	6	6	6	6	6																					30
	山本-102	6	6	6	6	6																					30
	由利-1	6	6	6	6	6																					30
	由利-2	6	6	6	6	6																					30
12	飽海-101																			27				27			54
	酒田-101																						1			1	
	中頸城-101																			22			23			45	
	中頸城-102																			1			2			3	
	能代-1																			4						4	
	能代-2																			4			4			8	
	本荘-1																			23			28			51	
	由利-1																			4			7			11	
	由利-2																			8			9			17	
	由利-3																			14			15			29	
由利-4																			5			5			10		
由利-101																			10			12			22		
13	飽海-101																					53		22		75	
	中頸城-101																			54		61	70	19		204	
	中頸城-103																			32		18				50	
	能代-3																						34		34		
	本荘-1																						40		40		
	本荘-2																							31		31	
	山本-101																						38		38		
	山本-102																					58			58		
	山本-104																					36			36		
	由利-1																			55						55	
	由利-3																							22	26	48	
	由利-5																					26			26		
	由利-6																					33	11		20	64	
由利-101																						53		22	75		
総計		30	30	30	30	30	36	19	44	18	38	18	19	25	20	25	38	81	141	122	156	263	133	197	77	1,620	

表－４．アカマツ精英樹交配表（交配袋数）

		アカマツ（抵抗性花粉）																						総 計		
年度	母 樹 名 （アカマツ）	D 5	D 1 1	D 1 9	D 4 7	D 6 6	赤坂 ア 1 7 9	岩手 2	大分 ア 1 3 7	大分 ア 2 0 4	牡鹿 1 0 2	笠岡 ア 1 2 4	刈羽 ア 1 0 2	吉備 ア 7 7	熊本 ア 1 6	佐賀 関 ア 1 0 8	真備 ア 5 8	総社 ア 3 9	新居 ア 1 0	西条 ア 8	備前 ア 6 6	備前 ア 1 3 7	宮島 ア 5 4			
9	大 館－101		2																						2	
	北秋田－103	3	1	3	2	3																			12	
	北秋田－107	6	6	7	5	7																			31	
	五城目－102	1	3	3	2	2																			11	
	五城目－103	4	5	5	5	5																			24	
10	大 館－101									3		2						3	3	3					2	16
	北秋田－101									3		4						1	4	3					2	17
	三 県－3									3		2						3	2	2					1	13
	平 鹿－102									4		3						4	4	4					4	23
11	北秋田－103	6	6	6	6	6																				30
	北秋田－107	6																								6
	三 県－3	6	6	6	6	6																				30
	中頸城－103	6	6	6	6	6																				30
	由 利－102		6	6	6	6																				24
12	北秋田－103																					10				10
	北秋田－105																						7			7
	北秋田－106						16																			16
	五城目－102							8			17		22	23								26				96
	五城目－103																						31			31
	三 県－3										6		6													12
	西蒲原－3						25	13				26		13												77
	平 鹿－102											5														5
13	大 館－103																		11							11
	大 館－104														11											11
	鹿 角－102								33																	33
	北秋田－106														20											20
	北秋田－109																38									38
	五城目－102								33							37	25		44							139
	五城目－103																				34					34
東南置賜																					14				14	
統計		38	41	42	38	41	41	21	66	13	23	42	28	36	68	63	11	68	12	48	36	38	9		823	

表－５．平成12年度接種結果

	系 統 名	接種本数	健 全 数	枯 損 数	健全率(%)
クロマツ選抜木	男鹿クロマツ17	15	1	14	6.7%
	男鹿クロマツ20	15	1	14	6.7%
	本荘クロマツ27	8	1	7	12.5%
	本荘クロマツ29	15	1	14	6.7%
	本荘クロマツ30	15	2	13	13.3%
	本荘クロマツ31	15	1	14	6.7%
	本荘クロマツ32	15	3	12	20.0%
	男鹿クロマツ33	8	3	5	37.5%
	男鹿クロマツ36	15	4	11	26.7%
アカマツ交配木	能代2×備前ア137	8	2	6	25.0%
	本荘101×久留米ア78	5	1	4	20.0%
	牡鹿103×赤坂ア179	7	1	6	14.3%
	牡鹿103×久留米ア78	5	0	5	0.0%
	牡鹿103×太宰府ア4	9	1	8	11.1%
	牡鹿103×備前ア137	15	8	7	53.3%
	牡鹿103×宮島ア54	15	6	9	40.0%
対照木	一関101	11	1	10	9.1%
	岩泉101	11	3	8	27.3%
	岩手104	10	1	9	10.0%
	北浦原2	12	0	12	0.0%
	三本木3	11	1	10	9.1%
合 計		240			

表－6．平成13年度接種結果

	系 統 名	接種本数	健 全 数	枯 損 数	健 全 率
アカマツ選抜木	男鹿アカマツ21	12	0	12	0.0%
	男鹿アカマツ22	10	0	10	0.0%
	男鹿アカマツ23	15	0	15	0.0%
	男鹿アカマツ24	12	2	10	16.7%
	男鹿アカマツ27	12	7	5	58.3%
	雄和アカマツ28	12	3	9	25.0%
	本荘アカマツ30	7	1	6	14.3%
	協和アカマツ32	6	0	6	0.0%
	西仙北アカマツ34	10	0	10	0.0%
	本荘アカマツ42	12	0	12	0.0%
クロマツ選抜木	男鹿クロマツ38	12	0	12	0.0%
	本荘クロマツ39	15	3	12	20.0%
	本荘クロマツ40	15	2	13	13.3%
	本荘クロマツ41	12	4	8	33.3%
	本荘クロマツ42	15	0	15	0.0%
アカマツ交配木	五城目102×D11	7	0	7	0.0%
	五城目102×D19	10	4	6	40.0%
	五城目102×D47	15	0	15	0.0%
	五城目102×D66	9	0	9	0.0%
	北秋田103×D19	15	2	13	13.3%
	五城目103×D 5	10	0	10	0.0%
	五城目103×D11	5	0	5	0.0%
	五城目103×D19	3	1	2	33.3%
	五城目103×D47	9	0	9	0.0%
	北秋田107×D 5	7	0	7	0.0%
	北秋田107×D11	12	5	7	41.7%
	北秋田107×D19	6	3	3	50.0%
	北秋田107×D66	8	0	8	0.0%
交配木	由利2×備前ア40	7	0	7	0.0%
	由利2×宮島ア54	6	2	4	33.3%
	由利7×国見ア31	9	1	8	11.1%
対照木	北浦原2	10	2	8	20.0%
	一関101	10	2	8	20.0%
	岩手104	10	0	10	0.0%
	岩泉101	10	1	9	10.0%
	三本木3	10	0	10	0.0%

優良きのこ種菌の開発

I. シイタケ優良品種作出に関する基礎的研究

菅 原 冬 樹

Development of superior strains for mushroom production

I. Fundamental of breeding for mushroom production in *Lentinula edodes*

Fuyuki SUGAWARA

要 旨

菌床栽培用シイタケ優良品種作出を目的として、育種の基礎となる栽培特性や交配母本を調査し、実際の育種の観点から目的形質の遺伝性について検討した。市販シイタケ菌は、過去に交配母本として用いられ多くの優良品種を出しており、優良遺伝子を持っていると考えられる。そこで、これらの品種について生理的特性および栽培特性について調査し、育種目標に添った交配母本を選定し、交雑育種を行った。その結果、市販シイタケ菌株の栽培特性調査では、同一菌株を異なる地域で試験栽培を行った場合、発生型や発生温度が異なることが明らかになった。次に、交配母本として特徴のある8品種を選定し、10組み合わせの交雑により、635系統を作出した。各選抜を経て、最終的に6系統が選ばれた。選抜過程において、1核菌糸体の菌糸伸長速度や菌叢の関与は認められなかったが、優良な被膜形成に関与する遺伝子を持つ1核菌糸体の選抜が可能であり、良好な培地形成に優良1核菌糸体を用いた交配が有効であることが示唆された。収量性に関しては細胞質遺伝に依存し、同じ交配でも細胞質が異なる正逆交雑で得られた系統間で差が認められた。また、収量は少ないが質的形質で優れた能力を持っている菌株が得られた際、自家交配で収量性の改善が認められた。自家交配は、生理的特性である発生型を変えずに発生温度を変えることが可能なこと、形質的特性を維持したまま増収効果が期待できるため、栽培形態に係わらず品種育成の効果的な育種法であると言える。さらに、組織分離法は、植物で行われている枝変わりと同様、シイタケにおいても収量性や *Trichoderma* 耐性に変異が認められた。最後に、市販シイタケ菌の特性を調べた結果、原木用品種として販売されている品種の中に、菌床栽培に適しているあるいは交配母本として優良遺伝子を持っていると考えられる品種が数種認められた。

I. はじめに

シイタケ (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler ; Singer, 1986) の純粋培養種菌による栽培方法が1928年に確立され、1937年、現在行われている栽培方法に最も近い封ろう処理による栽培方法が確立された。しかし、当時は孢子接種あるいは埋ホダ法が主流であり、先祖伝来の方法を受け継ぎ、新たな栽培体型を取り入れようとする動きは小さかった (32)。燃料革命により、薪炭林を用材林に転換する政策がとられ、林転原木のシイタケへの振り替えがシイタケ増産に幸いした。戦後、特に昭和30年

以降、生シイタケの生産と共にシイタケの原木栽培が急成長した。その後、浸水操作による不時栽培が定着し、同一品種を用いた周年栽培、多量の種菌を接種し早く子実体を発生させる多孔式栽培が一般化した(4, 17)。近年、オガ粉を用いた菌床栽培が普及し(27)、その生産量では原木栽培を追い越し、シイタケの栽培形態がますます多様化してきている(5, 10)。

栽培形態の変遷と共に栽培に適した品種開発技術に目を向けると、1935年から1938年にかけて、河村及び西門がシイタケの4極性を明らかにし、交配で品種改良の基礎理論を確立した以降(32)、交雑育種の母本の選定を目的とした実用形質に関して菌株間の特性検定試験が行われるようになり、菌株によって諸形質に遺伝的変異のあることが明らかにされた(2, 12, 34, 40)。また、異なる菌株間の交雑F1を用いて、子実体の発生量とその形態、発生時期に関して分析されている(15, 35)。しかし、育種の基礎となる遺伝学的研究は乏しく、子実体の形態的突然変異である菌傘の色素欠乏やヒダの褐変、不和合性因子に関する若干の知見が得られているに過ぎない(19, 21, 39, 42)。また、これらの知見の多くは、原木栽培での結果であり、菌床栽培での遺伝的研究や特性調査が望まれている。

キノコを育種するには、対象地域の気候、地形などの自然条件、病虫害の発生状況、栽培慣行、品種の分布状況、経営的条件、社会的条件などを調査した上で、育種目標を設定しなければならない(31, 45)。また、現在栽培に用いられている品種にはいかなる欠点があるか、いかなる点を改善すべきかを検討し、さらに、栽培技術やキノコ栽培事情、社会情勢などがどのように変化し、それに応じていかなる特性をもった品種が要求されるかなどについても見定めなければならない。現在、多くの食用キノコは、収穫時期の違い(早晩性品種)、収穫量(多収性品種)、耐病性品種など生産性や市場価値の高い(形態・色)品種が育種されている(11, 30, 36)。優良品種を選抜するためには、育種素材の選定や選抜に際しては、品種の特性を正しく把握することが必要である。選抜を行うためには、交配母本を選定しなければならない。できるだけ多数の品種を栽培して特性を調査し、目的形質を支配する遺伝子の有無を推定する必要がある(44)。また、過去に交配母本として用いられ、多くの優良品種を出している品種は、優良遺伝子を持っていると考えられている。そこで、本研究では、菌床シイタケ優良品種作出を目的として、まず育種の基礎となるシイタケ市販品種の栽培特性や交配母本を調査した。次に、実際育種の観点から目的形質の遺伝性について検討した。

II. 材料と方法

1. 野生株及び市販品種の栽培特性調査試験

(1) 供試菌

明治製菓株式会社

JMS9E-63, JMS7L-5, JMS3V-58, JMS6V-1, JMS7V-7, JMS1303W, JMS5K-16, JMSKV92, JMS728, JMS908, JMS4M-10, JMS90-5, JMS369, JMS9K-4, JMS5K-23, JMS904, JMS9K-3, JMS10K-5, JMS888の19菌株

森産業株式会社

MM1, Y602号, 森436号, Y763号, 465号, 森440号, 森新440号の7菌株

菌興椎茸協同組合

135号, 115号, 101号, 141号, 169号, 170号, 241号, 245号, 280号, 248号, 368号, 358号, 690号, 692号, 695号, 697号, 610号, 535号の18菌株

株式会社秋山種菌研究所

A-580号, A-567号, A-6号, A-817号, A-221号の5菌株

株式会社富士種菌

F501号, F407号, F312号の3菌株

株式会社北研

北研606号, 北研600号, 北研603号, 北研62号, 北研70号の5菌株

株式会社河村食用菌研究所

河村S32号, 河村S490号の2菌株

株式会社キノックス

東北S21号, 東北S24号, 東北S27号の3菌株

神子種菌

KM50号, KM01号, KM02号の3菌株

天池種菌

MT508号の1菌株

カネボウアグリテック株式会社

KB2001号の1菌株

中国古田県種菌会社

回豊1号, 回豊2号, 回豊4号の3菌株

Royal Champignon Co.

S600の1菌株

Krefeldキノコ研究所

Krefeld株の1菌株

Amycel Co.

4065の1菌株

Lambart Spawn Co.

Lambart Spawn株の1菌株

カリフォルニアの栽培品種

台湾6号の1菌株

三明真菌研究所

Cr-02, Cr-04の2菌株

フィリピン野生株 (ルソン島)

#6, #11の2菌株

計79菌株を供試した。

(2) 市販シイタケ菌株の特性調査

1. 登録品種の特性調査

2000年までに品種登録された系統の特性を把握する目的で、各種菌メーカーごとに交配親、発生型、発生時期、栽培方法、発生温度および登録年月日を調査した。

2. 対峙培養法による系統判別

継代培養しているPDA斜面培地から菌糸小片をPDA平板培地（シャーレ内径90cm）内に供試品種23系統（表1）を各々接種し、22℃、暗黒条件下で14日間培養した。供試菌株を一定期間培養後、菌糸生育先端部を含む領域を直径9mmのコルクボーラーで打ち抜き接種源とした。PDA平板培地に異なる2系統のシイタケ菌を2cmの間隔で接種し、20～25℃で一定期間培養後、自然光下で対峙培養を行った。帯線形成の有無で品種間の違いを調査した。

表1 菌床栽培による各菌株の特性調査に供試した系統

種菌メーカー	供試系統	供試番号
株式会社河村食用菌研究所	河村S32号	1
	河村S490号	2
株式会社キノックス	東北S21号	3
	東北S24号	4
	東北S27号	5
株式会社北研	北研600号	6
	北研603号	7
明治製菓株式会社	JMS9K-3	9
	JMS9K-4	10
	JMS10K-5	11
カネボウアグリテック株式会社	KB2001号	12
天池種菌	MT508号	13
神子種菌	KM50号	14
	KM01号	15
	KM02号	16
	回豊1号	17
中国古田県種菌会社	回豊2号	18
	回豊4号	19
	アモイ	20
中国アモイ産菌株 森産業株式会社	森MM1	8
	森440号	21
	森465号	22
	富士312号	23
株式会社富士種菌		

3. 市販シイタケ温度別菌糸伸長試験およびPDA平板培地上での菌叢調査

継代培養しているPDA斜面培地から菌糸小片をPDA平板培地（シャーレ内径90cm）内に供試品種21系統を各々接種し、22℃暗黒条件下で14日間培養した。菌糸生育先端部を含む領域を直径9mmのコルクボーラーで打ち抜き接種源とした。PDA平板培地に菌糸体を含むディスクを接種し、暗黒条件下の異なる温度領域で一定期間培養し、対数増殖期の数値から1日当たりの菌糸伸長速度を示した。また、培養開始20日目に生育した供試菌の菌叢をクランプ数、菌糸密度および菌叢について観察した。

4. 供試シイタケ菌株の *Trichoderma* 属菌耐性試験

供試培地は、オガクズ：フスマ＝5：1（容積比）とし、含水率を65％に調整した。内径約22mm長さ25cmの両口試験管に一定量の培地を詰め、シリコンセンで栓をし、121℃で約1時間高压滅菌を行った。供試菌を平板培地に培養し、コルクボーラーで打ち抜いた菌叢を、シイタケ菌と *Trichoderma* 属菌がほぼ中央で接するように接種時期をずらして行った。供試数は、1組み合わせ当たり、5本とした。菌叢の接した位置からの距離を経時的に追い、菌叢の変化を観察した。また、*Trichoderma* 属菌によるシイタケ菌生育領域への侵害率を測定した。

（3）子実体の自然発生時期の調査

供試菌株の種駒を購入し、試験を行った。野生株および種駒の販売されていない菌株については以下の方法によって調製した。ブナ生駒を、一昼夜水に浸漬後、種駒が水に沈むまで煮沸処理を行った。オガ粉培地（気乾した広葉樹オガ粉695g，一般フスマ220g，水1625ml）と煮沸処理した生駒を混合し、850ml容ポリプロピレン製栽培瓶に500g充填した。121℃で1時間高压殺菌処理を行い、冷却後接種を行った。約3ヶ月間、培養を行い種駒として使用した。培養条件は、室温22±1℃，相対湿度65%，暗黒下とした。各々の菌株をコナラ原木（末口直径10～15cm，長さ90cm）20本ずつに植菌した。植菌は、2～4月上旬に実施した。植菌個数は6-5千鳥とし、1本当たり33個とした。植菌後の管理方法は、裸地で5月まで仮伏せを行い、その後松林で地伏せ7月中旬に本伏せにし、天地返しを2回行いホダ木を育成した。原木に種駒を植菌した年の秋から5カ年を調査期間とした。

（4）菌床シイタケ栄養源別最適添加量およびオガ粉粒度別最適組み合わせの検討

1. 添加栄養源

添加栄養源として、精選ふすま（東京製粉20kg）とコーンブラン（株式会社ホーネンコーポレーション25kg）を使用した。

2. 供試菌および接種源

菌株は、市販品種のH600号，H603号（株式会社北研），JMS9K-4（明治製菓株式会社），MT508号（天池種菌）の4系統を供試した。接種源は、3.5メッシュ以上の広葉樹オガ粉と精選ふすまを乾物重量比で、5：1，含水率62％に調整した培地を200ml容マヨネーズ瓶に80g充填した。キャップには、直径5mmの穴を開け、ミリシール（フロロカーボン製（テフロン）メンブレンフィルター，pore size 0.5um，日本ミリポア株式会社）を接着し通気孔とした。調整した培地は、121℃で40分間殺菌し、放冷後、供試菌を接種し22℃暗黒条件下で40日間培養したオガ粉種菌を使用した。

3. 供試培地

栄養源別最適添加量試験の培地材料は、10メッシュ以上7割と3メッシュ以下3割で配合された広葉樹オガ粉と精選ふすま，コーンブランを使用した。これらの材料を表2に示した割合で配合し、水道水で含水率62％に調整した。培地は、1.2kg容のポリプロピレン製栽培袋に1kg充填し、フィルターとして綿栓を使用した。121℃で90分間殺菌し、放冷後、種菌を約15g接種した。

オガ粉粒度別最適組み合わせ試験の培地材料は、表3に示した割合で配合し、水道水で含水率62％に調整した。培地は、1.2kg容のポリプロピレン製栽培袋に1kg充填し、フィルターとして綿栓を使

用した。121℃で90分間殺菌し、放冷後、種菌を約15 g接種した。

4. 培養および発生

接種後、温度 22 ± 1 ℃、相対湿度約65%、暗黒条件下で110日間培養を行った。培養後期（80日～110日）は、1日当たり数時間の光照射を行った²⁵⁾。培養終了後の菌床は栽培袋から取り出し菌床表面を水洗した後、温度15℃、相対湿度95%の発生室で1次発生を行った²⁶⁾。1次発生終了後、直ちに12時間の浸水処理を行い2次発生を行った。供試数は、各試験区18培地とした。子実体の採取は、内被膜が切れかかった時点で行い、発生個数と発生重量を測定した。なお、子実体の形質は、菌傘直径6 cm以上をL L、5 cm以上6 cm未満をL、4 cm以上5 cm未満をM、2 cm以上4 cm未満をS、2 cm未満をS Sとした。

表2 菌床シイタケ栄養源別栽培試験計画

試験区	オガ粉 (3.5メッシュ以上)	ふすま	コーンブラン
1	10	0	1
2	10	1	0
3	10	0.5	0.5
4	10	0	2
5	10	2	0
6	10	1	1
7	10	0	3
8	10	3	0
9	10	1.5	1.5
10	10	1	1

表3 菌床シイタケオガ粉粒度別栽培試験計画

試験区	オガ粉 (10メッシュ以上)	チップ (3.5メッシュ以下)	ふすま	コーンブラン
1	20		2	
2	15	5	2	
3	10	10	2	
4	20		1	1
5	15	5	1	1
6	10	10	1	1
7	20		4	
8	15	5	4	
9	10	10	4	
10	20		2	2
11	15	5	2	2
12	10	10	2	2
13	20			2
14	20			4

(5) 市販シイタケ品種の栽培試験

1. 添加栄養源、供試菌および接種源

菌株は、市販品種の23系統を供試した。その他の条件は、「(4) 菌床シイタケ栄養源別最適添加量およびオガ粉粒度別最適組み合わせの検討」と同様とした。

2. 供試培地

培地材料は、10メッシュ以上7.5割と3メッシュ以下2.5割で配合された広葉樹オガ粉と精選ふす

ま、コーンブランを使用した。これらの材料をオガ粉：チップ：ふすま：コーンブランを15：5：2：2の割合で配合し、水道水で含水率62％に調整した。培地は、1.2kg容のポリプロピレン製栽培袋に1kg充填し、フィルターとして綿栓を使用した。121℃で90分間殺菌し、放冷後、種菌を約15g接種した。

3. 培養および発生

（4）菌床シイタケ栄養源別最適添加量およびオガ粉粒度別最適組み合わせの検討」と同様とした。市販シイタケの菌床栽培での特性を調査するため、表4の評価項目について調査を行った。

表4 市販シイタケ菌床栽培評価項目

		調査項目
培地	培養終了時	被膜の状態 培地の硬さ
子実体の形態	菌傘	分解水の量 培地の総合評価
	菌柄	色調 硬さ 形状 その他
	ヒダ	太さ 長さ 色の有無 毛の有無
	リンピ	
	その他	奇形子実体（ボウズ）発生の有無 総合評価
子実体の発生	発生個数 発生量 子実体1個重	M級以上の個数比

2. 交雑育種

「（5）市販シイタケ品種の栽培試験」の結果から、空調栽培用品種の交配親として、H600, H603（株式会社北研），JMS9K-3, JMS9K-4（明治製菓株式会社），MT508（天池種菌），KB2001（カネボウアグリテック株式会社），S24, S27（株式会社キノックス）の8品種を選抜した。

（1）単孢子分離から交配まで

1. 単孢子分離

選抜された8品種の孢子分離用子実体は、内被膜が切れなかった若いものを選び、菌傘を小片に分け、表皮をメスで取り除いた。100ml三角フラスコに留水を20ml注入し、高圧滅菌をして白金線をまげて作ったフックで子実体小片の子実層を下にして吊り下げて、自然光下、20℃前後の室内で孢子を落下させた。この孢子浮遊液を滅菌水で適度に希釈し、その孢子懸濁液1mlをPDA平板培地に流し込みコーンラージ棒で培地全体に広げ、2分間静置した後、余分な水分を取り除き22℃で培養後検鏡し、発芽している菌糸体をそれぞれ別の試験管に移植した。移植した菌糸体が生育したら、クランプの有無を確認し、1核菌糸体を分離した。

2. 分離した1核菌糸体の性質

クランプがないことを確認した1核菌糸体は、継代培養しているPDA斜面培地から菌糸小片をPDA平板培地（シャーレ内径90cm）の中央部に各々接種し、25℃、完全暗黒下で培養した。生育した供

試菌の菌叢を菌糸伸長速度、菌糸密度および菌叢について観察した。

3. 分離した1核菌糸体の交配因子の決定

各品種ごとに得られた1核菌糸を全ての組み合わせで総当り交配を行った。交配は、PDA試験管斜面培地で行い、数日間培養した後、両菌糸が接触した周縁部より菌糸を採って検鏡した。交配反応を表にまとめ、品種ごとに得られた1核菌糸の不和合性因子を決定した。

4. 交配による目的形質の獲得

各品種で選抜されたそれぞれの1核菌糸体を試験管上のPDA斜面培地に1cm程度離して接種した。22℃、暗黒条件下で培養し、両菌が接触してから数日おきに接触部から離れた両方の先端部の菌糸体を検鏡し、クランプ接続の有無で交配の確認を行った。1交配から母型の異なる2種の2核化した菌糸を新しい培地に植え継ぎ、数日間培養した。

(2) 単孢子分離過程で2核菌糸として分離された菌株(多孢子分離)および不和合性因子決定の際、2核菌糸として分離された菌株の選抜および発生試験

1. 交雑株の室内選抜

(試験管内選抜) 交配を行い2核菌糸体となった菌株を別の試験管PDA斜面培地に接種し、22℃暗黒条件下で培養し、菌糸生育の良否、菌叢及び培地内へ色素形成の有無を観察し、交雑株の選抜を行った。

(原種菌選抜) 3.5メッシュ以上の広葉樹オガ粉、精選ふすま及びコーンブランを容積比で、16:1:1、含水率62%に調整した培地を200ml容マヨネーズ瓶に100g充填した。キャップには、直径5mmの穴を開け、ミリシールを接着し通気孔とした。調整した培地は、121℃で40分間殺菌し、放冷後、試験管内選抜された菌株を接種し22℃、相対湿度65%、暗黒条件下で40日間培養した。菌糸蔓延日数の長短や菌叢の良否によって選抜を行った。

試験管選抜および原種菌選抜の両選抜で選ばれた菌株の栽培試験を行い、親株より優れた性質を持った菌株を選抜した。

2. 供試菌および接種源

菌株は、表5に示したSelf菌株を供試した。

接種源は、3.5メッシュ以上の広葉樹オガ粉と精選ふすまを乾物重量比で、5:1、含水率62%に調整した培地を200ml容マヨネーズ瓶に80g充填した。キャップには、直径5mmの穴を開け、ミリシールを接着し通気孔とした。調整した培地は、121℃で40分間殺菌し、放冷後、供試菌を接種し22℃、相対湿度65%、暗黒条件下で40日間培養したオガ粉種菌を使用した。

3. 供試培地

培地材料は、10メッシュ以上7.5割と3メッシュ以下2.5割で配合された広葉樹オガ粉と精選ふすま、コーンブランを使用した。これらの材料をオガ粉:チップ:ふすま:コーンブランを15:5:2:2の割合で配合し、水道水で含水率62%に調整した。培地は、1.2kg容のポリプロピレン製栽培袋に1kg充填し、フィルターとして綿栓を使用した。121℃で90分間殺菌し、放冷後、種菌を約15g接種した。

表5 試験に供試された自家交配菌株

自家交配親	由来	菌株番号
H600	多孢子分離	600S1
MT508	多孢子分離	508S1
	多孢子分離	508S2
	多孢子分離	508S3
	多孢子分離	508S4
	多孢子分離	508S5
	多孢子分離	508S6
	多孢子分離	508S7
	多孢子分離	508S8
	多孢子分離	508S9
	多孢子分離	508S10
	多孢子分離	508S11
	多孢子分離	508S12
	多孢子分離	508S13
	多孢子分離	508S14
KB2001	多孢子分離	KB2001 S1
	不和合性因子	KB2001, 2(4)
	不和合性因子	KB2001, 3(4)
	不和合性因子	KB2001, 4(2)
S27	不和合性因子	S27, 1(2)
	不和合性因子	S27, 1(4)
	不和合性因子	S27, 1(5)
	不和合性因子	S27, 1(6)
	不和合性因子	S27, 2(3)
	不和合性因子	S27, 2(6)
	不和合性因子	S27, 2(7)
	不和合性因子	S27, 4(2)
	不和合性因子	S27, 7(1)
	不和合性因子	S27, 7(1)
S24	不和合性因子	S24, 1(2)
	不和合性因子	S24, 1(5)
	不和合性因子	S24, 1(6)
	不和合性因子	S24, 1(9)
	不和合性因子	S24, 1(10)
	不和合性因子	S24, 2(7)
	不和合性因子	S24, 3(4)
	不和合性因子	S24, 5(7)
	不和合性因子	S24, 5(9)
	不和合性因子	S24, 6(7)
	不和合性因子	S24, 6(9)
	不和合性因子	S24, 7(9)
	不和合性因子	S24, 8(4)
	不和合性因子	S24, 8(9)
	不和合性因子	S24, 10(9)
	多孢子分離	9K-3S1
	不和合性因子	9K-3, 2(7)
	不和合性因子	9K-3, 2(8)
	不和合性因子	9K-3, 2(10)
	不和合性因子	9K-3, 2(11)
JMS9K-3	不和合性因子	9K-3, 3(2)
	不和合性因子	9K-3, 3(6)
	不和合性因子	9K-3, 3(6)
	不和合性因子	9K-3, 3(6)

	不和合性因子	9K-3, 4(5)
	不和合性因子	9K-3, 4(9)
	不和合性因子	9K-3, 6(7)
	不和合性因子	9K-3, 6(8)
	不和合性因子	9K-3, 6(10)
	不和合性因子	9K-3, 6(11)
	不和合性因子	9K-3, 1(2)
H603	多孢子分離	603S1
	多孢子分離	603S2
	不和合性因子	603, 4(5)
	不和合性因子	603, 6(12)
H603	不和合性因子	603, 8(2)
	不和合性因子	603, 8(5)
	不和合性因子	603, 8(13)
	不和合性因子	603, 17(1)
	不和合性因子	603, 17(7)
JMS9K-4	多孢子分離	9K-4S1
	不和合性因子	9K-4, 1(10)
	不和合性因子	9K-4, 1(11)
	不和合性因子	9K-4, 3(6)
	不和合性因子	9K-4, 5(4)
	不和合性因子	9K-4, 5(9)
	不和合性因子	9K-4, 5(13)
	不和合性因子	9K-4, 6(4)
	不和合性因子	9K-4, 6(8)
	不和合性因子	9K-4, 6(9)
	不和合性因子	9K-4, 6(13)
	不和合性因子	9K-4, 7(5)
	不和合性因子	9K-4, 7(6)
	不和合性因子	9K-4, 10(15)
	不和合性因子	9K-4, 11(15)
	不和合性因子	9K-4, 13(11)
	不和合性因子	9K-4, 14(15)

4. 培養および発生

接種後、温度 $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度約65%で110日間培養を行った。培養終了後の菌床は培地の仕上がり具合を調べるため、菌床の硬さ・分解水の量・被膜の状態等を調査し総合評価を行った。栽培袋から取り出し菌床表面を水洗した後、温度 15°C 、相対湿度95%、連続照明下の発生室で1次発生を行った。供試数は、各試験区9培地とした。子実体の採取は、内被膜が切れかかった時点でを行い、発生個数と発生重量を測定した。なお、子実体の形質は、菌傘直径6 cm以上をL L、5 cm以上6 cm未満をL、4 cm以上5 cm未満をM、2 cm以上4 cm未満をS、2 cm未満をS Sとした。

5. 子実体の自然発生時期の調査

接種源は、3.5メッシュ以上の広葉樹オガ粉と精選ふすまを乾物重量比で、5 : 1、含水率62%に調整した培地を850ml容ポリプロピレン製栽培瓶に550 g充填した。調整した培地は、 121°C で1時間高圧殺菌処理を行い、放冷後接種を行った。供試菌を接種し 22°C 、相対湿度65%、暗黒条件下で50日間培養したオガ粉種菌を使用した。各々の菌株をコナラ原木（末口径10～15cm、長さ90cm）20本ずつ

植菌した。植菌は、2～4月上旬に実施した。植菌方法は6-5千鳥とし、1本当たり33個とし、封ロウ処理を行った。植菌後の管理方法は、裸地で5月まで仮伏せを行い、その後松林で地伏せ、7月中旬に本伏せにし、天地返しを2回行い、ホダ木を育成した。原木にオガ種菌を接種した年の秋から5カ年てら調査期間とした。

(3) 交雑2核菌糸として分離された菌株の選抜(育種目標)

交配を行い試験管選抜および原種菌選抜の両選抜で選ばれた菌株について、1次・2次選抜を行い、系統選抜試験を経て親株より優れた性質を持った菌株を選抜した。

1. 供試菌および接種源

供試菌株は、以下の10交配を行い2核菌糸体として、新規に作出された菌株を供試した。

H600 × JMS9K-3 (交配1)

JMS9K-3 × S27 (交配2)

H600 × MT508 (交配3)

H600 × KB2001 (交配4)

H600 × JMS9K-4 (交配5)

H600 × H603 (交配6)

JMS9K-4 × MT508 (交配7)

JMS9K-4 × H603 (交配8)

MT508 × S24 (交配9)

H603 × S24 (交配10)

(試験管内選抜) 交配を行い2核菌糸体となった菌株を別の試験管PDA斜面培地に接種し、22℃暗黒条件下で培養し、菌糸生育の良否、菌叢及び培地内へ色素形成の有無を観察し、交雑株の選抜を行った。

(原種菌選抜) 3.5メッシュ以上の広葉樹オガ粉、精選ふすま及びコーンブランを容積比で、16:1:1、含水率62%に調整した培地を200ml容マヨネーズ瓶に100g充填した。キャップには、直径5mmの穴を開け、ミリシールを接着し通気孔とした。調整した培地は、121℃で40分間殺菌し、放冷後、試験管内選抜された菌株を接種し22℃、相対湿度65%、暗黒条件下で40日間培養した。菌糸蔓延日数の長短や菌叢の良否によって選抜を行った。

(1次選抜試験) 試験管選抜および原種菌選抜の両選抜で選ばれた菌株の栽培試験を行い、優れた性質を持った菌株を選抜した。

(2次選抜試験) 1次選抜試験結果より、優れた性質を持った菌株を2次選抜に供試した。調査方法は、1次選抜と同様の方法で行った。また、2次選抜では、母型の異なる正逆交雑株も同時に栽培試験を行った。1系統当たりの供試数は各試験区18培地とし、接種時期をずらして2回繰り返して行った。

(系統選抜試験) 2次選抜試験結果より、優れた性質を持った菌株を系統選抜に供試した。調査方法は、1次選抜と同様の方法で行った。1系統当たりの供試数は各試験区36培地とし、接種時期をずらして3回繰り返して行った。試験方法は、「(2)単孢子分離過程で2核菌糸として分離された菌株

(多孢子分離) および不和合性因子決定の際、2核菌糸として分離された菌株の選抜および発生試験と同様な方法で行った。

3. 種菌メーカー別シイタケ菌株の栽培特性調査

(1) 市販シイタケ品種の栽培試験

1. 供試菌および接種源

表1に示した市販菌以外の菌株についてメーカーごとに調査した。接種源は、3.5メッシュ以上の広葉樹オガ粉と精選ふすまを乾物重量比で、5:1、含水率62%に調整した培地を200ml容マヨネーズ瓶に80g充填した。キャップには、直径5mmの穴を開け、ミリシールを接着し通気孔とした。調整した培地は、121℃で40分間殺菌し、放冷後、供試菌を接種し22℃、相対湿度65%、暗黒条件下で40日間培養したオガ粉種菌を使用した。

2. 供試培地

培地材料は、10メッシュ以上7.5割と3メッシュ以下2.5割で配合された広葉樹オガ粉と精選ふすま、コーンブランを使用した。これらの材料をオガ粉:チップ:ふすま:コーンブランを15:5:2:2の割合で配合し、水道水で含水率62%に調整した。培地は、1.2kg容のポリプロピレン製栽培袋に1kg充填し、フィルターとして綿栓を使用した。121℃で90分間殺菌し、放冷後、種菌を約15g接種した。

3. 培養および発生

接種後、温度22±1℃、相対湿度約65%で110日間培養を行った。培養終了後の菌床は培地の仕上がり具合を調べるため、菌床の硬さ・分解水の量・被膜の状態等を調査し総合評価を行った。栽培袋から取り出し菌床表面を水洗した後、温度15℃、相対湿度95%、連続照明下の発生室で1次発生を行った。供試数は、各試験区9培地とした。子実体の採取は、内被膜が切れかかった時点で行い、発生個数と発生重量を測定した。なお、子実体の形質は、菌傘直径6cm以上をLL、5cm以上6cm未満をL、4cm以上5cm未満をM、2cm以上4cm未満をS、2cm未満をSSとした。調査項目は、表4に示した項目について調べ、菌床栽培特性についてデータを収集した。

(2) 子実体の自然発生時期

供試菌株の種駒を購入し、試験を行った。野生株および種駒の販売されていない菌株については以下の方法によって調製した。ブナ生駒を一昼夜水に浸漬後、種駒が水に沈むまで煮沸処理を行った。オガ粉培地(気乾した広葉樹オガ粉695g、一般ふすま220g、水1625ml)と煮沸処理した生駒を混合し、850ml容ポリプロピレン製栽培瓶に500g充填した。調整した培地は、121℃で1時間高圧殺菌処理を行い、放冷後接種を行った。供試菌を接種し22℃、相対湿度65%、暗黒条件下で100日間培養を行い種駒とした。各々の菌株をコナラ原木(末口径10~15cm、長さ90cm)20本ずつ植菌した。植菌は、2~4月上旬に実施した。植菌方法は6-5千鳥とし、1本当たり33個とした。植菌後の管理方法は、裸地で5月まで仮伏せを行い、その後松林で地伏せ、7月中旬に本伏せにし、天地返しを2回行い、ホダ木を育成した。原木にオガ種菌を接種した年の秋から5カ年てら調査期間とした。

表6-1 登録品種の特性調査

整理番号	品種名	交配A	交配B	発生型	発生時期	栽培法	発生温度	登録年月日
1	菌興135	W(TMI182)	W(TMI131)	低温	春	自然栽培	7～15℃	昭和56年2月4日
2	菌興242	W(TMI743)	菌興114	中低温	春秋	自然栽培	8～17℃	昭和56年2月4日
3	菌興535	W(TMHPN609, パプアニューギニア)	TMI1016(栽培種)	高温		不時栽培	15～20℃	昭和56年2月4日
4	菌興115	W(TMI198)	菌興241	中低温	冬春	自然栽培	5～10℃	昭和56年10月8日
5	菌興117	W(TMI198)	菌興114	低温	春	自然栽培	5～10℃	昭和56年10月8日
6	菌興243	W(TMI646)	W(TMI1312)	中低温	秋春	自然栽培	10～15℃	昭和56年10月8日
7	菌興501	W(TMI131)	菌興514	中高温	秋春	不時栽培	8～15℃	昭和56年10月8日
8	菌興989	W(TMI151)	W(TMI57)	低温	春	自然栽培	10～15℃	昭和56年10月8日
9	菌興610	W(TMI260)	TMI1980(栽培種)	中高温	夏	不時栽培	10～25℃	昭和60年1月23日
10	菌興556	栽培株(TMI735)	TMI743(交配株)	高温	夏秋	不時栽培	10～25℃	昭和61年8月8日
11	菌興581	栽培株(TMI735)	TMI814(交配株)	高温	夏秋	不時栽培	10～25℃	昭和61年8月8日
12	菌興169	W(TMI182)	W(TMI131)	中低温	冬春	自然栽培	5～15℃	平成2年2月6日
13	菌興170	W(TMI182)	W(TMI131)	中低温	冬春	自然栽培	5～15℃	平成2年2月6日
14	菌興172	W(TMI182)	W(TMI131)	低温	冬春	自然栽培	5～15℃	平成2年2月6日
15	菌興189	TMI743(菌興245)	W(TMI406)	中低温	冬春	自然栽培	5～15℃	平成2年2月6日
16	菌興245	TMI1312	TMI332(TMI131の組織分離株)	中低温	春秋	自然栽培・不時栽培	10～15℃	平成2年2月6日
17	菌興650	菌興360	保存菌株	中高温	夏秋	不時栽培	15～25℃	平成2年11月20日
18	菌興689	菌興360	保存菌株	中高温	夏秋	不時栽培	15～25℃	平成2年11月20日
19	菌興661	保存菌株	保存菌株	中高温	夏秋	不時栽培	15～20℃	平成2年2月29日
20	菌興690	保存菌株	保存菌株	中高温	夏秋	不時栽培	15～20℃	平成5年1月18日
21	菌興692	保存菌株	保存菌株	高温	夏秋	不時栽培	高温	平成8年10月15日
22	菌興695	(保存菌株A*保存菌株B)	保存菌株A	高温	夏秋	不時栽培	高温	平成10年10月29日
23	菌興248	菌興357	W	中低温	春秋	自然栽培	低中温	平成10年10月29日
24	菌興368	保存菌株	保存菌株	中温	春秋	自然栽培		平成11年11月30日
25	森252	森121	森W4	中低温	春秋	不時栽培	10～15℃	昭和56年10月8日
26	森505	野生系統からの分離育成		中低温	春秋	自然栽培	15～20℃	昭和56年10月8日
27	森148	野生系統からの分離育成		中温	春	自然栽培	7～10℃	昭和56年10月29日
28	森436	森W4	森465	中高温	夏秋	不時栽培	12～26℃	昭和56年10月29日
29	森440	森W4	森465	高温	夏	不時栽培	12～26℃	昭和56年10月29日
30	森290	森121	MIL4574(栽培種)	中温	春秋	自然栽培	7～17℃	昭和60年1月23日
31	森216	森121	MIL4574(栽培種)	中温	春秋	自然栽培	6～18℃	昭和60年1月23日
32	森256	森121	森W4	中低温	春秋	不時栽培	5～15℃	昭和61年8月8日
33	Y707	W(N・45)	夏秋8号	中高温	秋春	不時栽培	15～20℃	昭和61年8月8日
34	Y801	交配株(JL-31)	夏秋8号	中低温	春秋	不時栽培	15～20℃	昭和61年8月8日
35	Y803	W(N・19-1)	夏秋8号	中高温	秋春	不時栽培	15～20℃	昭和61年8月8日
36	森467	(森204*森717)	森W4	中高温		不時栽培	10～25℃	昭和61年8月8日

表 6 - 2 登録品種の特性調査

37	森468	(森204*森717)	森 W4	中高温	春	不時栽培	10~25℃	昭和61年 8 月 8 日
38	森171	森121	W(MIL4590)	低温	春	自然栽培・不時栽培	5~15℃	昭和63年11月 5 日
39	森708	森121	MIL4574(栽培種)	中低温	春秋	自然栽培	5~20℃	昭和63年12月13日
40	森474	森121	MIL5005	中高温		不時栽培	10~25℃	平成 1 年 3 月27日
41	Y602	W(N.14-1)	W(N.19-3)	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成 1 年 3 月27日
42	Y314	ヤクルト春秋 2 号	ヤクルト春 2 号	中低温	春秋	自然栽培	5~15℃	平成 2 年 2 月 6 日
43	Y763	(夏秋8号*W)	W	高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成 3 年 2 月21日
44	森123	森121	保存菌株	中温	春	自然栽培	10~15℃	平成 4 年 1 月16日
45	森147	森121	保存菌株	中温	冬春	自然栽培	10~15℃	平成 4 年 6 月16日
46	森861	保存菌株	森440	高温	夏	不時栽培	20~25℃	平成 5 年 7 月27日
47	森863	保存菌株	森440	高温	夏	不時栽培	20~25℃	平成 5 年 7 月27日
48	Y350	ヤクルト春181	W	中低温	春秋	自然栽培	10~20℃	平成 6 年 8 月22日
49	Y878	保存菌株	Y801	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成 6 年 8 月22日
50	森393	森468	保存菌株	中高温	秋冬	不時栽培	15~20℃	平成 7 年 1 月26日
51	Y613	Y602	保存菌株交配株	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成 7 年 1 月26日
52	森118	森121	森4416	中低温	春	自然栽培	低中温	平成 8 年10月15日
53	森2X21	保存菌株	保存菌株	低中温	春	自然栽培	低中温	平成10年 3 月23日
54	ゆう次郎	森290	2C54(保存菌株)	低中温	冬春	自然栽培	低中温	平成10年10月27日
55	MM-2	野生系統からの分離育成		低中温	夏秋	菌床栽培・不時栽培	低中温	平成11年 3 月17日
56	まり子	Y763	保存菌株	高温		不時栽培	高温	平成11年 3 月17日
57	けんじ	保存菌株	森440	中温	周年	不時栽培	中温	平成12年 3 月30日
58	JMS7H-1	明治1303	明治7513	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	昭和56年10月29日
59	JMS7H-2	明治1303	明治1303W	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	昭和56年10月29日
60	JMS7H-3	明治7541	明治7513	中高温	夏	不時栽培	15~21℃	昭和56年10月29日
61	JMS7L-5	明治111	明治904	中温	春秋	自然栽培	10~15℃	昭和60年 1 月23日
62	JMS8M-1	明治1605	W(7989)	中温	秋春	自然栽培	15~20℃	昭和61年 8 月 8 日
63	JMS5H-5	W(7303)	W(7521)	高温	夏	不時栽培	15~20℃	昭和61年 8 月 8 日
64	JMS4H-1	明治1303	明治1303W	高温	夏	不時栽培	15~25℃	昭和62年 6 月10日
65	JMS6V-1	JMS4H-1	No.8074(保存菌株)	高温	夏	不時栽培	10~20℃	平成 2 年10月 6 日
66	JMS4F-7	保存菌株	明治111	中低温	春	不時栽培	10~15℃	平成 3 年 6 月19日
67	JMS9K-3	保存菌株	明治1303W	中高温	夏	不時栽培・菌床栽培	15~20℃	平成 3 年12月16日
68	JMS9K-4	明治1303	明治1303W	中高温	夏	不時栽培・菌床栽培	15~20℃	平成 3 年12月16日
69	JMS3V-3	明治1303W	明治904*明治908	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成 5 年 7 月27日
70	JMS10K-5	保存菌株	JMS9K-3	低中温	春秋	菌床栽培	10~15℃	平成 6 年12月26日
71	JMS7V-7	保存菌株	JMS4H-1	高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成 7 年 1 月26日
72	JMS5A-1	保存菌株	明治1303W	中温	周年	不時栽培	中温	平成 8 年10月15日
73	JMS2H-5	保存菌株	JMS7H-1	中温	周年	不時栽培	中温	平成8年10月15日

表 6 - 3 登録品種の特性調査

74	JMS90-5	保存菌株	保存菌株	低中温	春秋	自然栽培	低中温	平成9年1月30日
75	JMS4M-10	保存菌株	明治1610		春秋	自然栽培	10~15℃	平成9年12月8日
76	JMS888	JMS4M-10	4713(保存菌株)	低中温	春秋	自然栽培	低中温	平成10年10月6日
77	JMS728	JMS7H-3	320-1(保存菌株)	中温	春秋	不時栽培	中温	平成10年10月27日
78	JMS5K-16	保存菌株*W	JMS6V-1	中温	周年	不時栽培	中温	平成11年4月15日
79	JMS3V-58	JMS6V-1	保存菌株	中温	周年	不時栽培	中温	平成12年3月30日
80	JMS5K-23	JMS7V-7	保存菌株	中温	周年	菌床栽培	中温	平成12年9月5日
81	東北 S12	(河村-中葉)の子実体から組織分離		低温	春	自然栽培・不時栽培	10~15℃	昭和60年1月23日
82	A288	野生系統からの分離育成		低温	冬	自然栽培・不時栽培	5℃	昭和61年8月8日
83	A580	野生系統からの分離育成		中高温	春秋	不時栽培	15~20℃	昭和61年8月8日
84	A567	A119*W3871	A77*W3301	高温	夏	不時栽培	15~25℃	昭和61年8月8日
85	A221	野生系統からの分離育成		中低温	冬春	不時栽培	5~15℃	昭和63年11月5日
86	A503	W(83001)	A567	中高温	春秋	不時栽培	15~20℃	平成2年11月20日
87	A500	A567	保存菌株	高温	夏秋	不時栽培	20~25℃	平成4年12月7日
88	A589	A580	保存菌株	高温	夏秋	不時栽培	20~25℃	平成4年12月7日
89	A550	A580	保存菌株	中高温	春秋	不時栽培	15~20℃	平成7年3月9日
90	A800	A589	保存菌株	低中温	春	自然栽培	中温	平成10年10月27日
91	A808	保存菌株	保存菌株	中温	夏秋	不時栽培		平成11年11月30日
92	A817	保存菌株	保存菌株	中温	春秋	不時栽培		平成12年3月30日
93	北研600	HL7722(北研58号の組織分離株)	W(HL7612)	高温	夏秋	不時栽培・菌床栽培	15~25℃	昭和63年11月5日
94	北研62	HL7722(北研58号の組織分離株)	W(HL7951)	高温	夏秋	不時栽培	20~25℃	平成2年2月6日
95	北研601	HL7722(北研58号の組織分離株)	W(HL7951)	高温	夏秋	不時栽培・菌床栽培	20~25℃	平成2年2月6日
96	北研68	北研57	北研50	高温	夏	不時栽培	20~25℃	平成7年3月9日
97	北研603	北研50	北研600	中温	春秋	菌床栽培・不時栽培	10~15℃	平成7年3月9日
98	北研800	北研50	北研600	低温	秋冬	菌床栽培	5~10℃	平成7年3月9日
99	HS806	保存菌株の選抜		低中温	春秋	菌床栽培・不時栽培	低中温	平成10年10月29日
100	HS802	北研600の子実体からの組織分離		中温	周年	不時栽培・菌床栽培		平成11年11月30日
101	HS606	保存菌株	保存菌株	高温	夏秋	不時栽培・菌床栽培		平成11年11月30日
102	静岡 K322	KMINO.7(河村1-6の組織分離株)	W(KMINO.11)	中高温	夏秋	不時栽培	15~25℃	平成1年9月14日
103	静岡 K420	KMINO.4(河村1-2の組織分離株)	W(KMINO.11)	中高温	春秋	不時栽培	15~25℃	平成1年9月14日
104	静岡 K330	野生系統からの分離育成		中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成1年9月14日
105	静岡 G-1	河村1-2からの組織分離		中高温	秋冬	不時栽培	10~15℃	平成7年1月26日
106	KB2001	野生系統からの分離育成		中温	春秋	不時栽培・菌床栽培	10~15℃	平成3年6月19日
107	KB2010	KB2001	保存菌株	低中温	周年	菌床栽培	低中温	平成12年3月30日
108	菌王1号	保存菌株	保存菌株	中高温	夏秋	不時栽培	15~20℃	平成5年7月27日
109	すその360	日農2700-1株菌糸に紫外線照射を行い交配		低中温	春秋	自然栽培	低中温	平成10年3月23日
110	河村 S66	野生系統からの分離育成		中高温	春秋	不時栽培	15~20℃	昭和56年10月8日
111	河村 S528	河村 S54	河村 S40	中高温	春秋	不時栽培	15~20℃	平成3年9月7日

表7 市販菌床シイタケ対峙培養試験結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+
6							+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	+	+	+	+	+	+	+
7								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8									+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9										+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11												+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12													+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13														+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14															+	+	+	+	+	+	+	+	+
15																+	+	+	+	+	+	+	+
16																	+	+	+	+	+	+	+
17																		+	+	+	+	+	+
18																			+	±	+	+	+
19																				+	+	+	+
20																					+	+	+
21																						+	+
22																							+
23																							+

Ⅲ. 結果及び考察

1. 野生株及び市販品種の栽培特性調査

(2) 市販シイタケ菌株の特性調査

1. 登録品種の特性調査

優良品種を育成するためには、育種素材の選定や選抜に際し、品種の特性を正しく把握することが必要である。選抜を行うためには、交配母本を選定しなければならない。できるだけ多数の品種を栽培して特性を調査し、目的形質を支配する遺伝子の有無を推定する必要がある。また、過去に交配母本として用いられ、多くの優良品種を出している品種は、優良遺伝子を持っていると考えられている。そこで、2000年までに品種登録された111系統について、種菌メーカーごとに交配親、発生型、発生時期、適した栽培方法、発生温度および登録年月日を調査し(36)、交配母本としての利用頻度、目的形質を支配する遺伝子の有無を推察した。111系統の調査結果を表6-1~3に示した。

各種菌メーカーに共通して言えることは、自社菌株が交配親として用いられ、他社菌株を交配親として用いる例は見受けられない。道義的あるいは種苗法による規制により用いていないと考えられる。また、各メーカーが保有する野生菌株や保存菌株が片親として、交配に用いられる傾向にあった。「2. 交雑育種」の交配結果から、片親が野生種あるいは自社保存菌株であるとされている品種の中には、共通した不和合性因子を持っていると考えられる結果が得られている。この点について、時本らは日本のシイタケ自然集団における不和合性因子について調査し、以下の指摘をしている。西日本を中心とした33の野生シイタケについて不和合性因子構成の解析を行った結果、41のA因子と48のB因子の存在が確認された。このデータよりシイタケ自然集団にはA因子が40-65、B因子が63-100存在することが推察された。シイタケ自然集団におけるA、B不和合性因子の数がスエヒロタケ等比べて少ないことの原因の1つとして、栽培株によるシイタケ自然集団の汚染が大きく働いている可能性を示唆している(40)。また、中沢らも不和合性因子の構成から、登録品種の類縁関係を推定している。その結果、共通因子が多く検出されることから、限られた品種が交配親に用いられて育成されたことが推定された(33)。従って、不和合性因子の解明に関する知見からは、本当に野生株との交配であるのか、あるいは他社菌株との交配であるのかは断言できない。

一方、各メーカーとも優良品種を生んだ交配母本を中心に比較的限定された素材を用いて行われているのが現状である。例えば、明治製菓株式会社では明治1303や明治1303Wが、森産業株式会社では121号やW4号が交配母本として多く利用されている。その一方で、野生菌株がそのまま新品種として登録される事例も少なくなく、9例ほど見受けられた。また、植物で見受けられる枝変わりによる新品種作出法と同じ原理で、シイタケにおいても子実体からの組織分離による導入育種法により3品種ほど開発されている。バイオテクノロジーによる品種開発では、紫外線照射による突然変異育種で1品種ほど登録されているに過ぎない。善如寺はバイオテクノロジー技術によるキノコ育種に関して、その応用手法について詳細に記載しているが(46)、シイタケの育種では、オールドバイオテクノロジーである交雑育種法が今なお主流であり、最も堅実に優良品種を育成できる実用的方法でもある。

菌床栽培用シイタケ品種として登録・販売されている菌株は14品種あり、子実体の発生時期を気温

の推移に従って分類すると(橋岡らの分類法 15)), 高温型3品種, 中高温型2品種, 中温型4品種, 低中温型4品種, 低温型1品種に分けられた。一ノ瀬ら(1994)も菌床栽培品種(9種類)の特性について言及しており, 中温帯を中心に中高温性から中低温性の品種が多くなっていた 16, 38)。菌床栽培用品種の特徴として, 子実体の発生時期や発生温度帯で低温型は少ないものの顕著な特徴は認められなかった。

2. 峙培養法による系統判別(表7)

本課題の試験開始時に種菌メーカーから販売されていた, 表1に示した供試菌23系統について対峙培養による品種判別調査を行った。株式会社北研600号と神子種菌KM50号, 中国古田県種菌会社回豊2号と中国産アモイは帯線を形成しなかった。従って北研600号とKM50号, 回豊2号とアモイは同一品種である可能性が高いと考えられた。植物で見受けられる枝変わりによる新品種作出法と同様, 神子種菌のKM50号において, 北研600号の子実体からの組織分離による導入育種法により優良形質を持った子実体から分離・育成された品種系統であると考えられる。また, アモイは中国福建省の市場で販売されていた子実体からの組織分離菌株であるため, 回豊2号とアモイは同一品種であると考えられる。さらに, 明確な帯線を形成しない品種間の組み合わせも4通り確認できた(河村S32号と北研H600号, 神子種菌KM50号・神子種菌KM02号と東北S27号, 北研H600号)。今回の試験は3回繰り返し行ったが, 同一組み合わせでも明確な帯線を形成する場合と不明瞭な場合が生じた。明確な帯線を形成しない品種間の組み合わせとは, この現象を示している。特に, 供試菌株が同一でも購入ロットが異なる場合, 2つの異なった結果が得られた。この原因を分析してみると, 年度が変わって入手した菌株や最初に購入してから半年以上経過し, 再度購入した菌株に多くこの現象が見受けられた。同一品種でも, ロット間で菌株が変わっている可能性が示唆される結果となった。比較的短期間で同一菌株の不和合性因子や帯線形成に関与する遺伝子に変異したとは考えられない。詳細については, さらなる調査が必要であるが, 今後, 市販購入菌株を用いた試験を行う際, 入手時期やロットを記載し由来の分かるように保存し使用することとした。

3. 市販シイタケ温度別菌糸伸長試験およびPDA平板培地上での菌叢調査

温度別菌糸伸長試験では, 菌糸生育最適温度が26℃にある品種が多く, 全ての品種で24~28℃に菌糸伸長最適温度が分布していた(表8)。原木栽培用品種(森産業株式会社M440, M465, 株式会社富士種菌F312)と菌床栽培用品種で生育最適温度帯に違いは認められなかった。また, 菌糸伸長速度の違いにおいても, 原木・菌床栽培用品種間での違いは認められなかった。同時に, 品種の発生型や子実体発生温度(表6)と菌糸生育最適温度および菌糸伸長速度の間に相関はなかった。

次に, PDA平板培地で菌叢について, 調べた結果を表9にまとめた。菌叢やクランプ数は, 供試以前の保存状態によっても異なるが, 出来るだけ保存条件や保存期間を一定に保ち試験を行った。その結果, 品種により菌糸の太さ, 一定の生育領域内におけるクランプ数に違いは認められたものの, 菌糸伸長試験同様, 原木・菌床栽培用品種間での違いは認められなかった。但し, 品種ごとに特徴ある菌叢を示した。

表8 市販菌床シイタケ温度別菌糸伸長試験

	20℃	24℃	26℃	28℃	30℃
S32	1.31 ± 0.13	1.88 ± 0.32	2.44 ± 0.43	2.06 ± 0.38	1.63 ± 0.32
S490	1.94 ± 0.31	1.62 ± 0.18	2.00 ± 0.20	1.81 ± 0.75	1.06 ± 0.13
S21	1.50 ± 0.20	1.50 ± 0.35	1.94 ± 0.13	1.44 ± 0.24	1.38 ± 0.14
S24	1.94 ± 0.13	1.56 ± 0.38	1.75 ± 0.35	1.88 ± 0.43	1.13 ± 0.18
S27	2.00 ± 0.35	1.75 ± 0.20	2.00 ± 0.35	2.06 ± 0.38	1.44 ± 0.43
H600	1.56 ± 0.13	1.94 ± 0.13	2.31 ± 0.43	2.19 ± 0.24	1.69 ± 0.13
H603	1.81 ± 0.38	1.75 ± 0.35	2.13 ± 0.32	1.81 ± 0.24	1.19 ± 0.43
MM1	2.00 ± 0.35	1.44 ± 0.24	1.81 ± 0.52	1.50 ± 0.20	1.00 ± 0.20
JMS9K-3	1.81 ± 0.63	1.88 ± 0.25	2.38 ± 0.43	1.94 ± 0.38	1.56 ± 0.24
JMS9K-4	1.81 ± 0.24	1.50 ± 0.20	2.06 ± 0.47	1.69 ± 0.24	1.25 ± 0.29
JMS10K-5	1.25 ± 0.20	1.38 ± 0.32	1.50 ± 0.29	1.63 ± 0.14	0.94 ± 0.13
KB2001	1.44 ± 0.13	1.31 ± 0.13	1.44 ± 0.31	1.38 ± 0.14	0.63 ± 0.14
MT508	1.81 ± 0.24	2.13 ± 0.25	2.31 ± 0.85	2.13 ± 0.14	1.13 ± 0.14
KM50	1.31 ± 0.24	1.81 ± 0.66	1.31 ± 0.13	1.50 ± 0.20	0.88 ± 0.18
KM01	1.63 ± 0.14	1.44 ± 0.31	1.50 ± 0.00	2.00 ± 0.20	1.38 ± 0.14
KM02	1.56 ± 0.13	2.00 ± 0.46	1.81 ± 0.47	1.94 ± 0.24	1.44 ± 0.24
Le123	1.56 ± 0.38	1.56 ± 0.13	1.56 ± 0.13	1.31 ± 0.24	1.06 ± 0.31
Amoi	1.25 ± 0.20	1.88 ± 0.25	1.88 ± 0.32	1.63 ± 0.32	1.13 ± 0.14
M440	2.06 ± 0.13	1.88 ± 0.14	1.94 ± 0.24	1.94 ± 0.24	1.31 ± 0.24
M465	2.00 ± 0.46	1.75 ± 0.35	2.13 ± 0.32	2.13 ± 0.43	1.06 ± 0.13
F312	1.25 ± 0.20	1.63 ± 0.14	1.63 ± 0.25	1.56 ± 0.55	0.94 ± 0.13

表9 市販供試菌株の菌叢について

供試菌株	PDA (Diffco) での菌叢		
	菌糸密度	菌叢	クランプ数
S32	普通	比較的細い菌糸にクランプ有り	多い
S490	普通		多い
S21	普通	菌糸細い	普通
S24	普通		普通
S27	普通		少ない
H600	普通		普通
H603	普通	やや気中菌糸多い	多い
MM1	普通	気中菌糸多い	少ない
JMS9K-3	普通	細い菌糸多い	少ない
JMS9K-4	普通		普通
JMS10K-5	普通		普通
KB2001	普通		普通
MT508	普通	細い菌糸多い	普通
KM50	普通		普通
KM01	普通		少ない
KM02	普通		多い
回豊1号	普通		少ない
回豊2号	普通		少ない
回豊4号	普通		普通
アモイ	普通	気中菌糸多い	少ない
森440	やや濃い	太い菌糸目立つ	普通
森465	普通		普通
富士312	普通	気中菌糸多い	少ない

4. 供試シイタケ菌株の *Trichoderma* 属菌耐性試験

Trichoderma sp. I, *Trichoderma* sp. II の2菌株に対する供試シイタケ17系統の耐病性について調査した。シイタケ菌と *Trichoderma* 属菌の接触部の菌叢を経時的に観察した結果が、表10である。

表10 市販シイタケ品種のトリコデルマ耐性

種菌メーカー	供試系統	<i>Trichoderma</i> sp. I		<i>Trichoderma</i> sp. II	
		接触後10日目	接触後30日目	接触後10日目	接触後30日目
株式会社河村食用菌研究所	河村 S32号	+	+	+	+
	河村 S490号	+	+		
株式会社キノックス	東北 S21号	+	+	+	+
	東北 S24号	+	+	+	++
	東北 S27号	+	+	+	++
株式会社北研	北研600号	+	+	+	+
	北研603号		+	+	+
明治製菓株式会社	JMS9K-3	+	+	+	++
	JMS9K-4			+	++
	JMS10K-5	+	+	+	+
カネボウアグリテック株式会社	KB2001号	+	+	+	+
天池種菌	MT508号	+	+++	+	+++
神子種菌	KM50号	+	+	+	++
森産業株式会社	森 MM1	+	++ ^{※2}	+	++
	森440号	+	+	+	+
	森465号	+	+++ ^{※3}	+	++
株式会社富士種菌	富士312号	+	+++	+	++

注： ※1：接触部で帯線は形成されないが、互いの菌領域を侵害しない。

※2：接触部で薄い帯線を形成する。

※3：接触部で明瞭な帯線を形成し、互いの菌領域を侵害しない。

供試シイタケ17菌株全てにおいて、接触後10日目で耐性は判断できないが、30日目には耐性の強弱を判断することが可能であった。*Trichoderma* sp. I, *Trichoderma* sp. II の両菌株に対して供試シイタケ品種の耐性が異なり、同じシイタケ品種でも *Trichoderma* 菌株に対する耐性の強弱が異なった。*Trichoderma* sp. I を用いた試験で最も強い耐性を示したシイタケ品種は、MT508号菌、森465号および富士312号で、*Trichoderma* sp. II では、MT508号菌であった。*Trichoderma* 2 菌株に対して共に強い耐性を示したシイタケ菌株は、天池種菌のMT508号菌であった。MT508号菌では両菌接触部で明瞭な帯線が形成され、*Trichoderma* 属菌に対して他の16菌株と比較して、強い耐性があることが示唆された。*Trichoderma* sp. I, *Trichoderma* sp. II の2菌株の試験結果から、耐性を示すと考えられるシイタケ品種は、東北S24号、東北S27号、JMS9K-3号、JMS9K-4号、MT508号、KM50号、森MM1号、森465号および富士312号であった。

栽培品種の選抜や病害菌として知られている *Trichoderma* 属菌に対する耐性試験が野生株や在来品種を用いて行われ、高温性品種が比較的高いトリコデルマ耐性を持つことが示されている (43)。今回、得られた *Trichoderma* 属菌耐性菌株は、その多くの菌株が低中温性品種で、高温性品種は耐性を示さず、低温性品種であるMT508号が最も強い *Trichoderma* 属菌耐性を示し、鳥越らとは全く異なる結果となった。この違いは、品種の発生温度や発生型が試験地によって異なることや供試数が少ないことに起因していると考えられる。また、別の要因として、二員培養を行う際の設定温度の違い

によりシイタケ菌と *Trichoderma* 属菌の生理的条件が変化している可能性もあり、25℃以上の高温領域で耐性に変化がみられるか等、今後試験を行う際の課題でもある。さらに、帯線を形成しない北研H600号とKM50号で *Trichoderma* 属菌耐性が異なるのも興味深い現象である。KM50号は、H600号の組織分離株と考えられるので、発生した子実体からの組織分離で *Trichoderma* 属菌耐性を獲得できる可能性も考えられる。ブナシメジなどでは、組織分離の繰り返しで優良品種が作出されていることから、シイタケにおいても *Trichoderma* 属菌耐性を含めた優良形質獲得の1手法として組織分離法が活用できる可能性を秘めている。今までに、*Trichoderma* 属菌耐性菌株に関しては、様々な知見が得られている。長谷部は、*Trichoderma* 属菌耐性に関する遺伝子は優性に発現する多数の微動遺伝子が関与する抵抗性によつて決定されると推察し¹³⁾、時本らも *Trichoderma* 属菌耐性は多数の遺伝子によって支配され⁴²⁾、室内での二員培養選抜法は二核菌糸体の *Trichoderma* 属菌耐性を検定する方法として有効であることを示した⁴¹⁾。また、河村らは *Trichoderma* 属菌抵抗性と培地成分の関係について検討し、CMCはシイタケ菌の発育促進と *Trichoderma* 属菌抵抗性発現の両方に有効であり、CMCase生産が抵抗性発現に強く関与していることを示した²⁴⁾。以上の結果から、*Trichoderma* 属菌耐性菌株を検定する方法として二員培養法が有効であり、*Trichoderma* 耐性菌株作出には、交配を行う際、中高温性や高温性品種を用いることで耐性に関与する微動遺伝子を集積できるものと考えられる。

(3) 子実体の自然発生時期の調査

各市販品種の植菌後2夏経過した3年目4年目の子実体個数を月旬別、年度別に図1-1~23に示した。また、1998年の月旬別気温の変化を図2に示した。品種の発生時期に関する特性を、発生時期、発生温度および発生型で表すこととした。発生温度は、低温系・中温系・高温系の3つに大別し、10℃未満を低温性系統、10~20℃を中温性系統、20℃以上を高温性系統に区分した。発生温度は、子実体の収穫基準を菌傘が完全に開いた時点(10分開き)としたため、子実体収穫10日前の温度とし、発生した収穫日より1つ前の月旬の気温とした。シーズン別発生率による発生型の分類は、善如寺の8つの発生型(春型、夏型、秋型、春夏秋型、春秋型、秋春型、中間型、夏秋型)の分類基準⁴⁶⁾に従って行った。発生型が二季併記の場合は、先に書かれた季に発生の主力がある。乾燥重量ではなく発生個数で示したのは、河合らが行ったシイタケ子実体の生長温度と収穫数量との関係から、個数および乾燥重量では、10℃付近で最大となり、20℃を越えると70%以下になると報告しており²³⁾、さらに安藤ら²⁾が発生率と発生温度の関係を考察したのと同様に、発生後の子実体成長条件(気象条件)の含まれた重量よりも、最初に発生した度合いのみを示す個数の方が適当と考えられたからである。また、品種によって発生最盛期となる年度が異なるため、今回供試した品種全てが最盛期を迎える3年目と4年目の数値を示した。

・河村S32号：主な発生時期は図1-1に示すとおり、秋田においては4月中旬~4月下旬、10月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、図2に示すとおり、春季は6.8~12.2℃の範囲にあり、秋季は16.2℃で、両者を合わせた6.8~16.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中高温性(10~23℃)であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の

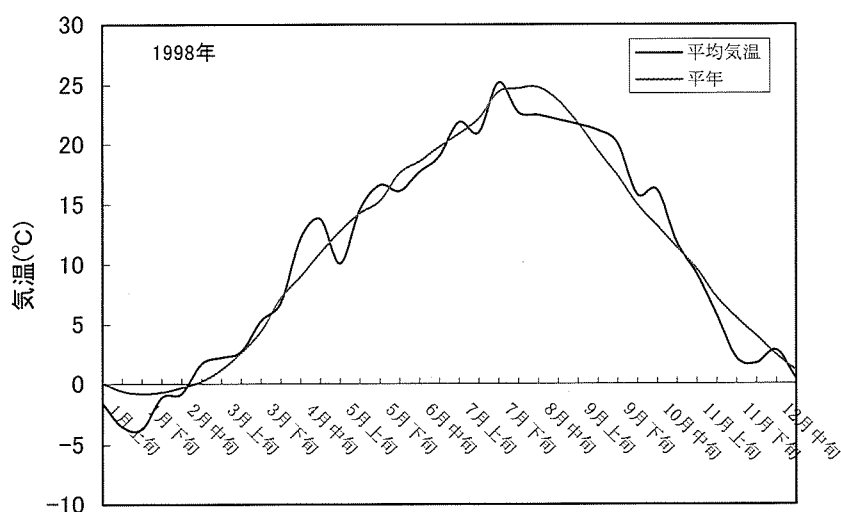


図2 年気温の月旬別変化 (1998)

品種とすることができる。

・河村S490号：主な発生時期は図1-2に示すとおり、4月上旬～4月下旬であり春季に集中して発生する。発生温度は、5.3～6.8℃の範囲にある。メーカー発表資料では、春秋型、中低温性（10～18℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低温性、集中発生型の品種とすることができる。

・東北S21号：主な発生時期は図1-3に示すとおり、4月中旬～4月下旬、9月上旬～11月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～12.2℃の範囲にあり、秋季は11.8～22.1℃で、両者を合わせた6.8～22.1℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中温性（10～25℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・東北S24号：主な発生時期は図1-4に示すとおり、4月中旬～4月下旬、10月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～12.2℃の範囲にあり、秋季は16.2℃で、両者を合わせた6.8～16.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中高温性（10～25℃）であったが、調査の結果、本系統は秋春型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・東北S27号：主な発生時期は図1-5に示すとおり、4月中旬～5月中旬、10月中旬～11月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～10.1℃の範囲にあり、秋季は11.8～15.8℃で、両者を合わせた6.8～15.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中高温性（13～23℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・北研H600号：主な発生時期は図1-6に示すとおり、4月中旬～4月下旬、10月中旬～11月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～12.2℃の範囲にあり、秋季は11.8～15.8℃で、両者を合わせた6.8～15.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、夏秋型、高温性（15～25℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、やや分散発生型の品種とすることができる。

・北研H603号：主な発生時期は図1-7に示すとおり、4月中旬～5月下旬、9月下旬～10月下

旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～14.6℃の範囲にあり、秋季は16.2～21.2℃で、両者を合わせた6.8～21.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中温性（10～15℃）であったが、調査の結果、本系統は秋春型、中温性、分散発生型の品種といえることができる。

・森MM1号：主な発生時期は図1－8に示すとおり、4月中旬～5月上旬であり、春季に発生する。発生温度は、5.3～13.8℃が発生温度と考えられる。調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種といえることができる。

・JMS9K-3号：主な発生時期は図1－9に示すとおり、4月中旬～5月中旬、6月下旬、11月中旬であり、春季、夏季および秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～10.1℃の範囲にあり、夏季は17.7℃、秋季は9.2℃で、6.8～17.7℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、夏型、中高温性（10～15℃）であったが、調査の結果、本系統は春夏秋型、中温性、分散発生型の品種といえることができる。

・JMS9K-4号：主な発生時期は図1－10に示すとおり、4月上旬～5月中旬、10月下旬～11月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は5.3～10.1℃の範囲にあり、秋季は5.7～16.2℃で、両者を合わせた5.3～16.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、夏型、中高温性（15～20℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種といえることができる。

・JMS10K-5号：主な発生時期は図1－11に示すとおり、4月上旬～5月下旬であり、春季に発生する。発生温度は、5.3～14.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、低中温性（10～15℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種といえることができる。

4. KB2001号：主な発生時期は図1－12に示すとおり、4月上旬～4月下旬であり、春季に発生する。発生温度は、5.3～12.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中温性（10～15℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種といえることができる。

・MT508号：主な発生時期は図1－13に示すとおり、4月上旬～4月中旬であり、春季に発生する。発生温度は、5.3～6.8℃が発生温度と考えられる。調査の結果、本系統は春型、低温性、集中発生型の品種といえることができる。

・神子種菌KM50号：主な発生時期は図1－14に示すとおり、4月中旬～5月中旬、9月上旬～9月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～10.1℃の範囲にあり、秋季は21.2～22.1℃で、両者を合わせた6.8～22.1℃が発生温度と考えられる。調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の品種といえることができる。

・神子種菌KM01号：主な発生時期は図1－15に示すとおり、4月中旬～5月下旬、9月上旬～11月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は6.8～14.6℃の範囲にあり、秋季は11.8～22.1℃で、両者を合わせた6.8～22.1℃が発生温度と考えられる。調査の結果、本系統は秋春型、中高

温性，分散発生型の品種とすることができる。

・神子種菌KM02号：主な発生時期は図1-16に示すとおり，4月中旬～5月下旬，9月上旬～11月中旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は6.8～14.6℃の範囲にあり，秋季は9.2～22.1℃で，両者を合わせた6.8～22.1℃が発生温度と考えられる。調査の結果，本系統は秋春型，中高温性，分散発生型の品種とすることができる。

・回豊1号：主な発生時期は図1-17に示すとおり，8月中旬～9月上旬であり，夏季に発生する。発生温度は，22.1～22.7℃が発生温度と考えられる。調査の結果，本系統は夏型，高温性，集中発生型の品種とすることができる。

・回豊2号：主な発生時期は図1-18に示すとおり，5月下旬，9月上旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は14.6℃にあり，秋季は11.8～22.1℃で，両者を合わせた11.8～22.1℃が発生温度と考えられる。調査の結果，本系統は秋春型，中温性，やや分散発生型の品種とすることができる。

・回豊3号：主な発生時期は図1-19に示すとおり，4月下旬，8月中旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は12.2℃にあり，秋季は11.8～22.7℃で，両者を合わせた11.8～22.7℃が発生温度と考えられる。調査の結果，本系統は秋春型，中高温性，分散発生型の品種とすることができる。

・アモイ：主な発生時期は図1-20に示すとおり，4月中旬～4月下旬，9月上旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は6.8～12.2℃にあり，秋季は11.8～22.1℃で，両者を合わせた6.8～22.1℃が発生温度と考えられる。調査の結果，本系統は秋春型，中温性，分散発生型の品種とすることができる。

・森440号：主な発生時期は図1-21に示すとおり，4月上旬～5月下旬，6月下旬～8月中旬，9月上旬～11月上旬であり，春季，夏季および秋季に発生する。発生温度は，春季は5.3～14.6℃の範囲にあり，夏季は17.7～22.7℃，秋季は11.8～22.1℃で，3者を合わせた5.3～22.7℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，夏秋型，高温性（12～26℃）であったが，調査の結果，本系統は春夏秋型，中高温性，分散発生型の品種とすることができる。

・森465号：主な発生時期は図1-22に示すとおり，4月中旬～5月下旬，6月中旬～6月下旬，9月上旬～11月上旬であり，春季，夏季および秋季に発生する。発生温度は，春季は6.8～14.6℃の範囲にあり，夏季は16.1～17.7℃，秋季は11.8～22.1℃で，3者を合わせた6.8～22.7℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，周年型，中高温性（10～24℃）であったが，調査の結果，本系統は春夏秋型，中高温性，分散発生型の品種とすることができる。

・富士F312号：主な発生時期は図1-23に示すとおり，4月上旬～5月下旬，9月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は5.3～14.6℃の範囲にあり，秋季は22.1℃で，両者を合わせた5.3～22.1℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，夏秋型，中高温性（15～20℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，低中温性，やや集中発生型の品種とすることができる。

以上述べた各品種の発生時期に関する特性をまとめると，発生型としては，春型（MM1，JMS9

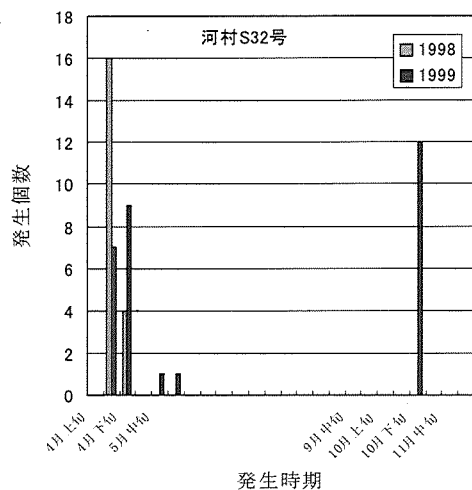


図 1 - 1 河村S32号の自然発生時期

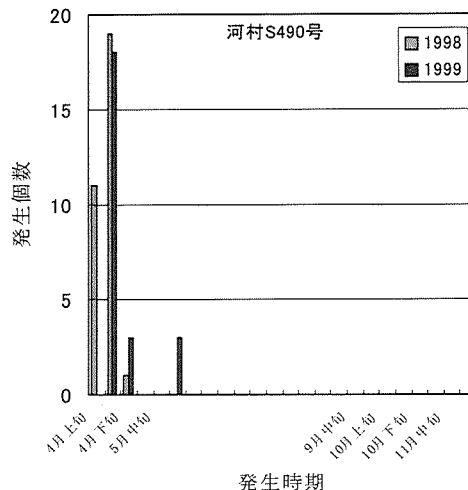


図 1 - 2 河村S490号の自然発生時期

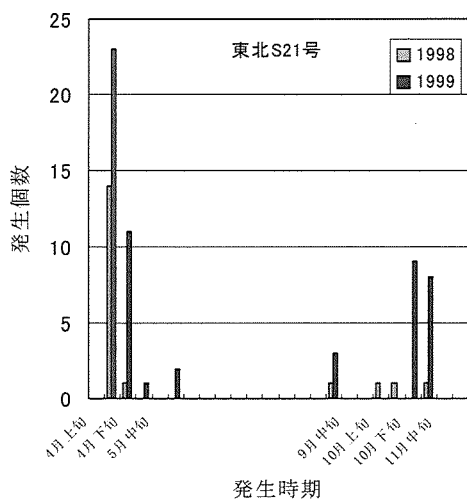


図 1 - 3 東北S21号の自然発生時期

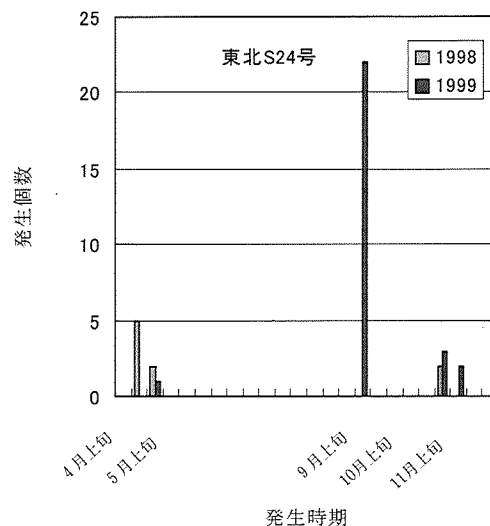


図 1 - 4 東北S24号の自然発生時期

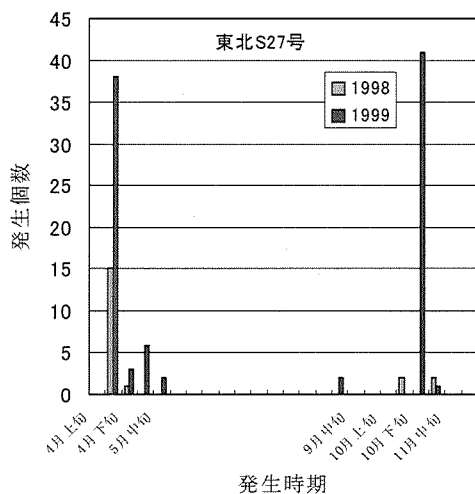


図 1 - 5 東北S27号の自然発生時期

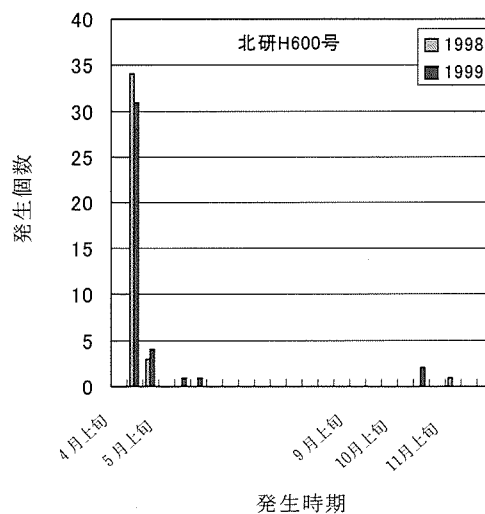


図 1 - 6 北研600号の自然発生時期

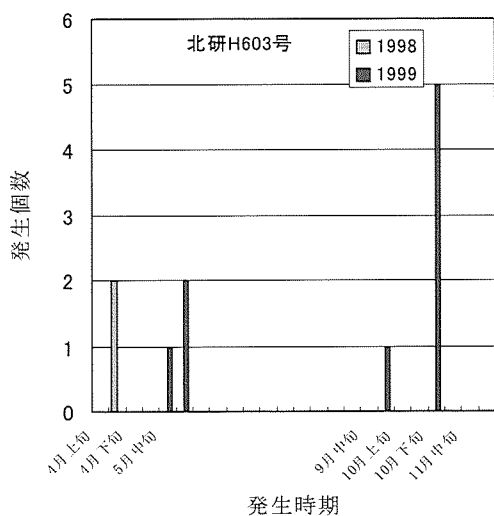


図 1 - 7 北研H603号の自然発生時期

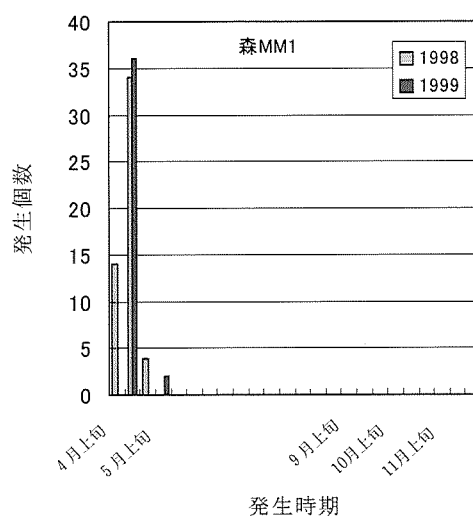


図 1 - 8 森MM1の自然発生時期

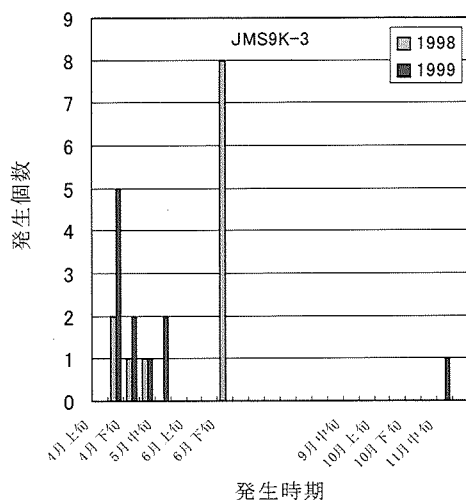


図 1 - 9 JMS9K-3の自然発生時期

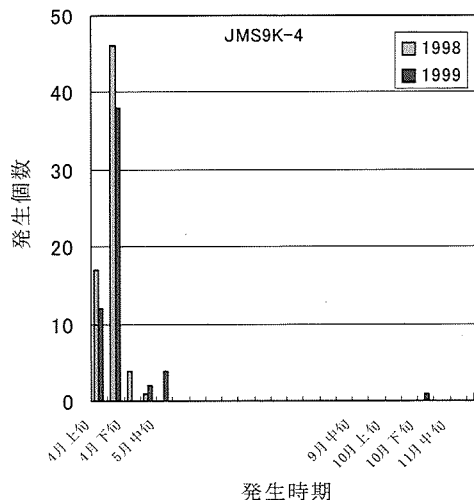


図 1 - 10 JMS9K-4の自然発生時期

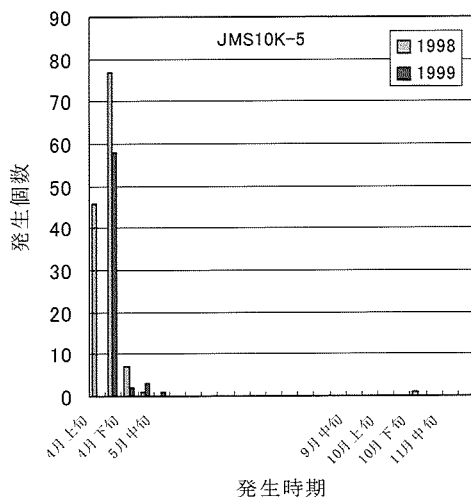


図 1 - 11 JMS10K-5の自然発生時期

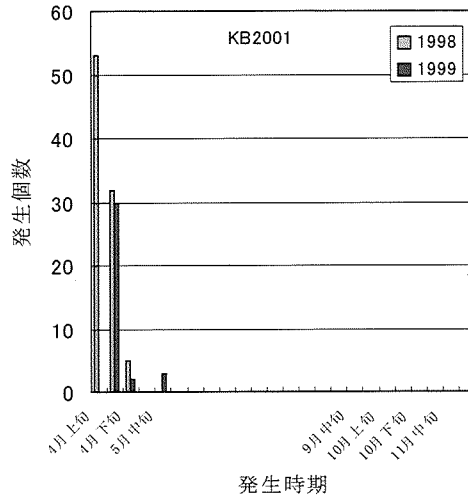


図 1 - 12 KB2001号の自然発生時期

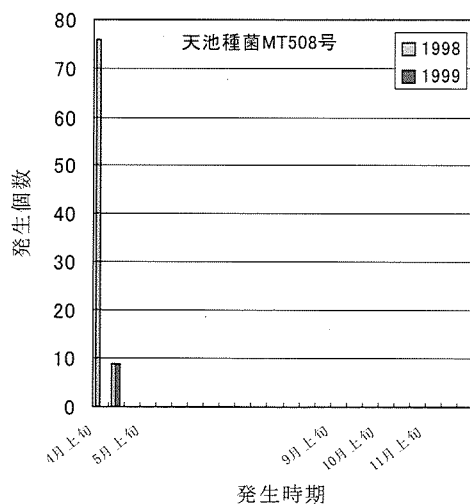


図 1 - 13 天池種菌MT508号の自然発生時期

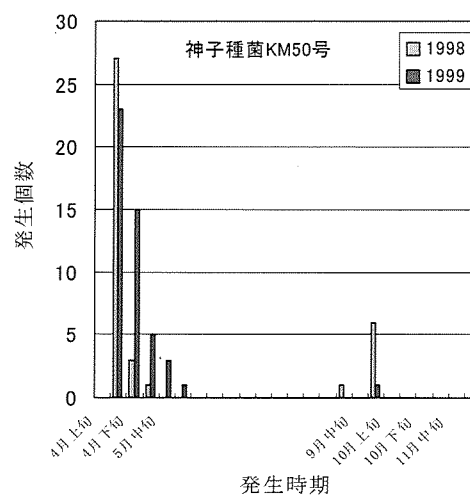


図 1 - 14 神子種菌KM50号の自然発生時期

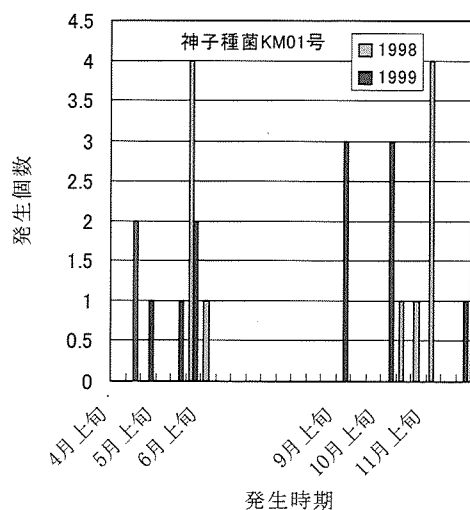


図 1 - 15 神子種菌KM01号の自然発生時期

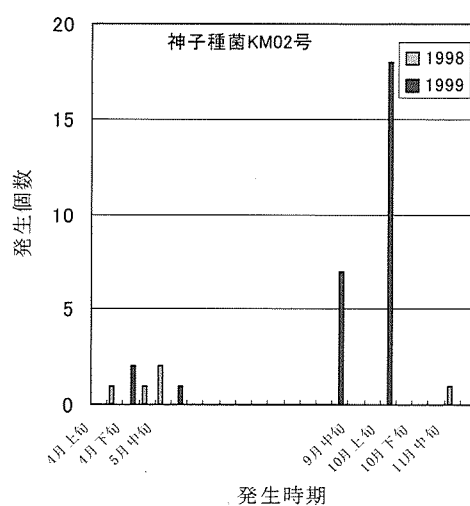


図 1 - 16 神子種菌KM02号の自然発生時期

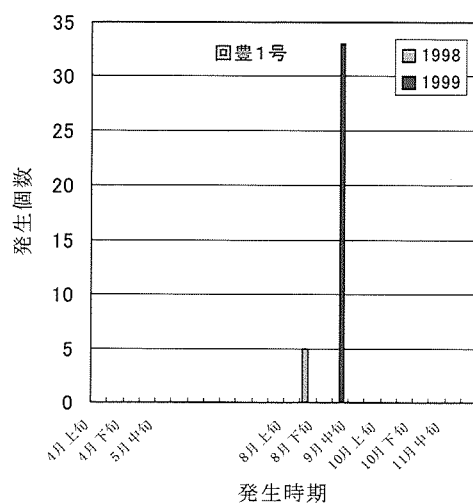


図 1 - 17 回豊1号の自然発生時期

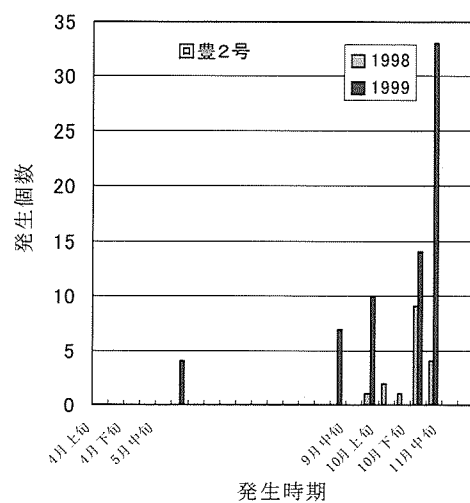


図 1 - 18 回豊2号の自然発生時期

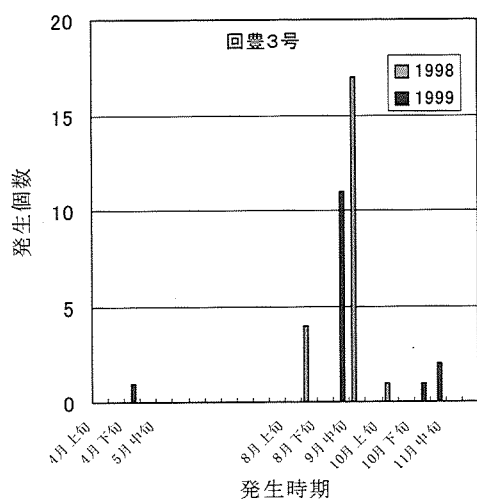


図1-19 回豊3号の自然発生時期

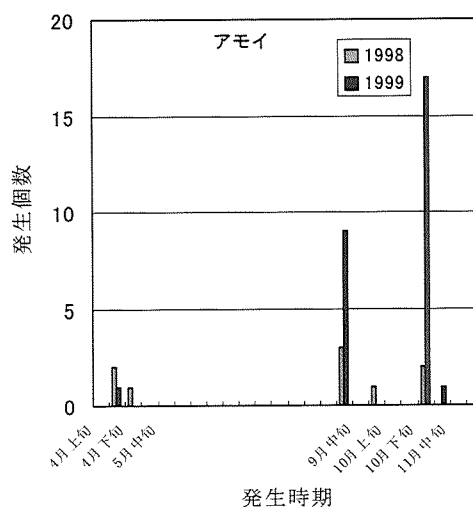


図1-20 アモイの自然発生時期

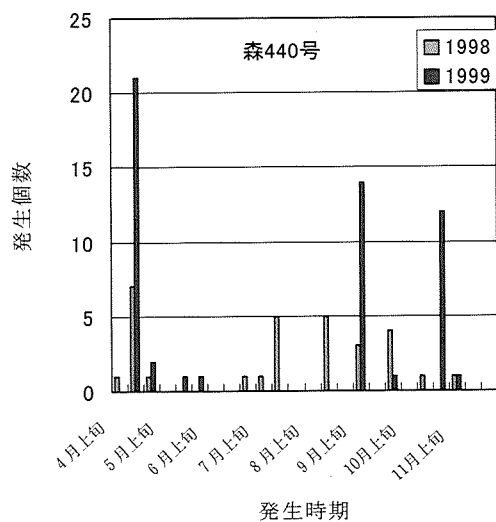


図1-21 森440号の自然発生時期

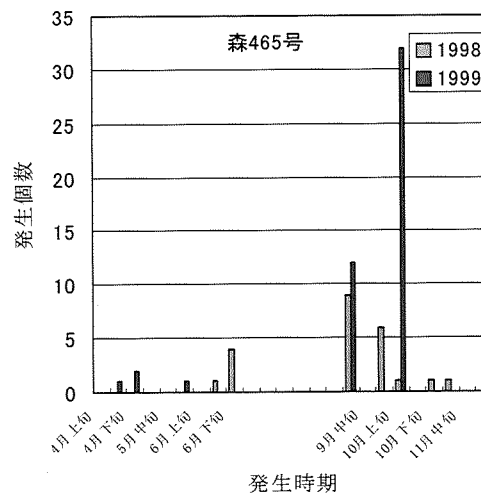


図1-22 森465号の自然発生時期

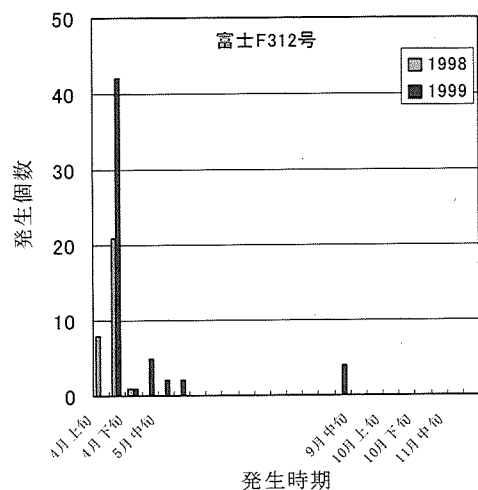


図1-23 富士F312号の自然発生時期

K-4, JMS10K-5, KB2001, MT508), 春秋型 (S32, S490, S21, S27, H600, KM50, F312), 秋春型 (S24, H603, KM01, KM02, 回豊2号, 回豊3号, アモイ), 夏型 (回豊1号), 春夏秋型 (JMS9K-3, M440, M465) の5つのタイプが認められた。発生温度では, 低温性系統 (S490, MT508), 低中温性系統 (S32, S27, H600, MM1, JMS9K-4, JMS10K-5, KB2001, KM50, F312), 中温性系統 (S21, S24, H603, JMS9K-3, 回豊2号, アモイ), 中高温性系統 (KM01, KM02, 回豊3号, M440, M465), 高温性系統 (回豊1号) の5つのタイプが認められた。供試した品種の発生型や発生温度を比較すると, 秋季に発生する子実体は春季よりも高温で発生した。このように, シイタケ品種にはそれぞれ特有の発生時期, 発生温度および発生型を有している。今回の試験では, メーカー発表の特性と異なった結果が導かれた。この点について, 永井らが指摘しているように品種の選抜検定に際して, 気候の異なる幾つかの地方で比較試験を行わなければならない, 地方別に最適品種を育種できると強調している (31)。安藤らも地域の異なる試験地で発生試験を行い, 同一品種でも育成場所が異なると, 発生型が異なることを指摘している (2)。また, 安藤らは, シイタケ各系統の生態および形態的特性について調査し, 春夏秋型, 夏秋型, 秋型の系統は, 特に大型, 肉厚の系統が少ない点を指摘している (1)。実際に今回供試した品種の中で, 春夏秋型 (JMS9K-3, M440, M465) に大型・肉厚の系統は認められなかった。また, 一ノ瀬らが菌床栽培用品種9系統の特性について言及し, 菌床用品種には中温帯を中心に中高温性から中低温性の品種が多かった (16)。今回, 供試した菌床用品種について見ると, 低温性が2品種, 低中温性が8品種, 中温性が6品種, 中高温性が3品種, 高温性が1品種と一ノ瀬らと同様に中温性を中心に品種が分布していた。対峙培養結果と発生型および発生温度を比較すると, 帯線を形成しなかったH600号とKM50号では, 共通して春秋型, 低中温性であった。また, 回豊2号とアモイも共通して秋春型, 中温性であった。この点からも, これらの対峙しなかった品種は同一品種であることが示唆された。

実際の育種に際し, 山中 (44) は遺伝形質のデータベース化の重要性を指摘している。発生温度に関しては, 高温型は中低温型や低温型に対して優性発現する少数の主働遺伝子により支配され (12), 低温型と高中温型のF₁, F₂は高中温型, 低温型と低中温型のF₁は低中温型になるなど (15) や, 発生型に関しても, 春夏秋型, 秋型などには大型, 肉厚の系統がないこと (2) など遺伝的情報は蓄積されつつある。また, 子実体の発生量と菌傘や菌柄の形態についても, 菌傘色では茶褐色と赤褐色との交雑F₁は淡褐色, 茶褐色と淡褐色との交雑F₁は淡褐色などそれぞれの形質に関与する遺伝子は各々一定の働きを有し, かつ累積効果を有する (15)。同様に *Trichoderma* 耐性に関しても, 優性に発現する微動遺伝子が関与する抵抗性によって決定され, 抵抗性に関わる微動遺伝子を集積することで耐性をもつようになる (13)。従って, 交雑と選抜の繰り返しによって, 優良遺伝子を集積し, 目的形質を増大しあるいは不良形質を減少させることが必要である。

以上, 市販シイタケ菌株の特性解明の項では, 育種対象となる素材に関して, 選抜効率を高めるための1つの要素として供試菌株の生理的特性について調査した。これらの情報を基に, 育種対象形質の遺伝様式を把握するため, 子実体発生を試み, 栽培特性を調査した。

(4) 菌床シイタケ栄養源別最適添加量およびオガ粉粒度別最適組み合わせの検討

シイタケ栽培は自然栽培に加えて、不時栽培、多量の種菌を接種して早く子実体を収穫する促成栽培およびオガ粉を用いた菌床栽培などその形態がますます多様化してきている(4)。この急速な栽培形態の変遷に技術が追いついていけない状況にある(27)。さらに、原木栽培では、栽培の基となる原木の形質が子実体の発生量や形質に大きく影響することが知られている(1, 7)。また、菌床栽培では、培地基材となるオガ粉の樹種や粒度、栄養添加剤の種類、栽培袋資材及び環境によって、子実体の発生量や形質に大きく影響することが知られている。そこで、栽培試験を行う際、環境および培地条件を一定にするため、最適栄養源添加量及びオガ粉の粒度に関する試験を実施した。

・「菌床シイタケ栄養源別最適添加量の検討」

(北研600号)

北研600号の1菌床当たりの発生個数、発生量、M級以上の個数比及び子実体の1個重を示したのが、表11である。試験区ごとの結果より、コーンブランは、添加量が増えると、芽数が増し、発生量も増加した。添加量の違いによる1個重変化は認められなかった。精選ふすまに関しては、添加量が増すと1個重が増加した。芽数、発生量ともに最適添加量があり、添加量は容積比で2が最適値を示した。コーンブランと精選ふすまの混合区では、芽数と1個重はコーンブランと精選ふすまの数値の中間値を示した。コーンブランと精選ふすまを比較した場合、コーンブランは芽数と収量性を増加させる効果があり、精選ふすまは1個重の増加に効果が認められた。

表11 市販菌床シイタケ品種による最適栄養源検定試験 I (H600)

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体 1 個重
	発生個数	発生量(g)		
No. 1	35.0 ± 12.5	206.4 ± 35.9	18.9	5.9
No. 2	26.2 ± 7.8	221.2 ± 33.1	27.5	8.4
No. 3	32.3 ± 9.5	243.0 ± 25.7	34.1	7.5
No. 4	46.6 ± 8.4	310.0 ± 19.0	32.2	6.7
No. 5	35.5 ± 7.2	262.5 ± 14.8	36.6	7.4
No. 6	46.8 ± 6.6	324.6 ± 28.7	30.8	6.9
No. 7	53.0 ± 10.8	324.6 ± 28.9	28.7	6.1
No. 8	19.6 ± 7.1	240.8 ± 26.7	62.2	12.3
No. 9	42.4 ± 17.4	350.0 ± 76.8	47.2	8.3
No.10	27.6 ± 6.1	214.0 ± 31.3	34.8	7.8

(北研603号)

北研603号の1菌床当たりの発生個数、発生量、M級以上の個数比及び子実体の1個重を示したのが、表12である。試験区ごとの結果より、コーンブランは、添加量が増えると、芽数が増し、発生量も増加した。一方で、添加量が増えると、1個重は小さくなる傾向を示した。精選ふすまに関しては、添加量が増すとコーンブランと同様、芽数が増加し1個重が減少した。発生量には最適添加量があり、添加量は容積比で2あるいは3が最適であった。コーンブランと精選ふすまの混合区では、最適添加量があり、容積比で2の割合で添加した場合、全ての点で最も良い結果となった。また、コーンブランと精選ふすまを比較した場合、両添加剤で共通して言えることは、添加量が増すに従い、芽数、収量が増加し、1個重が減少した。

表12 市販菌床シイタケ品種による最適栄養源検定試験Ⅱ (H603)

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体1個重
	発生個数	発生量 (g)		
No.1	25.8 ± 2.1	229.3 ± 46.2	40.8	8.9
No.2	27.3 ± 5.1	253.5 ± 32.0	38.5	9.3
No.3	28.8 ± 3.0	313.0 ± 37.9	47.2	10.9
No.4	58.4 ± 14.6	292.0 ± 16.1	17.4	5.0
No.5	49.4 ± 5.3	365.8 ± 42.6	30.8	7.4
No.6	45.4 ± 11.8	406.4 ± 16.2	42.7	9.0
No.7	67.0 ± 15.2	345.4 ± 28.8	19.1	5.2
No.8	87.8 ± 11.7	360.8 ± 24.9	9.3	4.1
No.9	68.0 ± 21.0	328.4 ± 33.2	20.3	4.8
No.10	43.6 ± 8.4	374.6 ± 32.6	33.0	8.6

(JMS9K-4号)

JMS9K-4号の1菌床当たりの発生個数、発生量、M級以上の個数比及び子実体の1個重を示したのが、表13である。試験区ごとの結果より、コーンブランは、添加量が増えると、芽数が増し、発生量も増加した。添加量の違いによる1個重変化は認められなかった。精選ふすまに関しては、添加量が増すと1個重が減少した。芽数、発生量ともに最適添加量があり、添加量は容積比で2が最適値を示した。コーンブランと精選ふすまの混合区では、芽数はコーンブランと精選ふすまの数値の中間値を示した。発生量は精選ふすま単独添加より増加した。1個重は、単独添加より増すものの、添加量の増加に伴い減少した。コーンブランと精選ふすまを比較した場合、コーンブランは芽数と収量性を増加させる効果があることが認められた。

表13 市販菌床シイタケ品種による最適栄養源検定試験Ⅲ (JMS9K-4)

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体1個重
	発生個数	発生量 (g)		
No.1	0	0	—	—
No.2	0.6 ± 0.9	36.6 ± 68.2	100.0	61.0
No.3	1.0 ± 1.0	87.0 ± 91.3	100.0	87.0
No.4	8.0 ± 13.3	132.2 ± 179.6	75.0	16.5
No.5	10.4 ± 13.8	137.2 ± 161.5	73.1	13.2
No.6	5.8 ± 4.7	169.4 ± 64.5	100.0	29.2
No.7	17.0 ± 9.7	274.0 ± 70.5	69.4	16.1
No.8	6.8 ± 11.5	130.0 ± 180.8	82.4	19.1
No.9	8.4 ± 12.0	162.4 ± 222.7	71.4	19.3
No.10	3.0 ± 3.7	88.6 ± 86.4	100.0	29.5

供試品種により、栄養添加剤の効果は異なった。共通して言えることは、コーンブランでは芽数を増やす効果や収量性の増大効果が認められた。また、精選ふすまは、芽数、収量性、1個重に関して、共通した最適添加量があることが確認された。

今回の試験では、コーンブラン、精選ふすま単独添加より両添加剤を混合することにより、両添加剤の欠点を補うように、シイタケ子実体発生に反映していた。このことは、培地基材の性質によって大きく異なることが知られている。例えば、オガ粉の樹種や粒度、その他、培地の形態やフィルター通気量の違いによっても異なる。本試験の目的は、同一環境条件下で不安定要因を取り除き、必要最小限の条件を確立することにある。そこで、次に培地基材であるオガ粉の粒度について、栄養添加剤との組み合わせで最適条件を検討した。

・「菌床シイタケオガ粉粒度別最適組み合わせの検討」

「菌床シイタケ栄養源別最適添加量の検討」の結果から、精選ふすま単独あるいはコーンブランと精選ふすまの混合を基に、オガ粉（10メッシュ以上）とチップ（3メッシュ以下）の割合を変えて最適添加割合を検討した。

（北研600号）

北研600号の1菌床当たりの発生個数、発生量、M級以上の個数比及び子実体の1個重を示したのが、表14である。精選ふすま単独添加区に関しては、発生量から見た場合、チップ添加割合は容積比で5が最適であった。同様に1個重に関してもチップ添加割合5が最適であった。精選ふすま単独の場合、最適添加割合はオガ粉：チップ：精選ふすまは15：5：4が最も優れた結果となった。コーンブランと精選ふすまの混合区では、発生量からチップ添加割合は容積比で5が最適であった。1個重からは、共通の見解は得られなかった。精選ふすまとコーンブラン混合の場合、最適添加割合はオガ粉：チップ：精選ふすま：コーンブランは15：5：2：2が最も優れた結果となった。

表14 市販菌床シイタケ品種による培地基材の検討 I（H600）

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体 1 個重(g)
	発生個数	発生量(g)		
No. 1	24.5 ± 5.8	201.8 ± 29.6	32.7	8.2
No. 2	22.8 ± 4.1	254.5 ± 23.7	52.7	11.2
No. 3	21.0 ± 11.6	238.0 ± 73.3	44.0	11.3
No. 4	24.3 ± 14.4	217.0 ± 146.8	34.0	8.9
No. 5	33.8 ± 9.1	258.0 ± 35.3	37.0	7.6
No. 6	25.8 ± 7.8	274.3 ± 33.2	42.7	10.6
No. 7	23.3 ± 3.8	318.5 ± 55.8	67.7	13.7
No. 8	26.0 ± 12.7	420.8 ± 85.4	66.3	16.2
No. 9	31.0 ± 1.8	343.3 ± 36.2	50.8	11.1
No.10	36.0 ± 9.6	320.3 ± 82.3	41.0	8.9
No.11	43.0 ± 4.2	352.5 ± 29.2	39.5	8.2
No.12	16.8 ± 33.5	103.0 ± 206.0	34.3	6.1
No.13	26.0 ± 14.7	289.5 ± 117.1	41.3	11.1
No.14	38.5 ± 17.8	350.8 ± 51.9	39.6	9.1

（北研603号）

北研603号の1菌床当たりの発生個数、発生量、M級以上の個数比及び子実体の1個重を示したのが、表15である。精選ふすま単独添加区に関しては、発生量、発生個数から見た場合、共にチップ添

加割合は容積比で0が最適であった。精選ふすま単独の場合、最適添加割合はオガ粉：チップ：精選ふすまは20：0：2または4が最も優れた結果となった。コーンブランと精選ふすまの混合区では、発生量からチップ添加割合は容積比で0が最適であった。栄養源の添加割合によって異なるが、精選ふすまとコーンブランの添加割合が1：1の場合、最適添加割合はオガ粉：チップ：精選ふすま：コーンブランは20：0：1：1が最も優れた結果となった。精選ふすまとコーンブランの添加割合が2：2の場合、最適添加割合はオガ粉：チップ：精選ふすま：コーンブランは20：0または5：2：2が最も優れた結果となった。

表15 市販菌床シイタケ品種による培地基材の検討 I (H603)

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体1個重(g)
	発生個数	発生量(g)		
No.1	20.8 ± 9.4	204.8 ± 37.1	56.6	9.8
No.2	7.8 ± 13.0	110.3 ± 141.4	64.5	14.1
No.3	11.3 ± 12.4	132.0 ± 146.8	64.4	11.7
No.4	6.3 ± 5.6	178.0 ± 122.4	84.0	28.3
No.5	7.3 ± 14.5	58.3 ± 116.5	44.8	8.0
No.6	7.3 ± 14.5	62.3 ± 124.5	51.7	8.5
No.7	14.0 ± 20.3	158.3 ± 183.4	32.1	11.3
No.8	1.3 ± 2.5	37.5 ± 75.0	100.0	28.8
No.9	3.3 ± 6.5	62.8 ± 125.5	69.2	19.0
No.10	22.8 ± 17.6	230.8 ± 156.3	47.3	10.1
No.11	38.0 ± 28.7	279.8 ± 187.1	38.8	7.4
No.12	0	0	—	—
No.13	0.8 ± 1.0	38.0 ± 46.8	66.7	47.5
No.14	12.8 ± 22.9	128.0 ± 163.3	29.4	10.0

(JMS9K-4号, MT508号)

北研JMS9K-4号とMT508号の1菌床当たりの発生個数、発生量、M級以上の個数比及び子実体の1個重を示したのが、表16と表17である。今回の試験から、北研600号や北研603号のような明確な結果は得られなかった。但し、JMS9K-4号の場合、栄養添加剤として、コーンブランより精選ふすま単独添加が適していると考えられた。

今回の試験では、4品種を供試したがMT508号とJMS9K-4号の2品種は、統計学的に有意な差が認められなかったため、北研600号、北研603号の2品種について考察を行った。北研600号および北研603号の栄養剤の添加量は、前述の「菌床シイタケ栄養源別最適添加量の検討」結果と同様な結果が得られた。北研600号の場合、チップ添加量は5容が最適で、オガ粉：チップ：精選ふすま：コーンブラン＝15：5：2：2で発生量が最大となった。北研603号の場合、栄養添加剤の添加量によっても異なるが、チップの最適添加量割合は容積比で0または5が全ての点で最適であった。

表16 市販菌床シイタケ品種による培地基材の検討 I (JMS9K-4)

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体1個重(g)
	発生個数	発生量(g)		
No. 1	0	0	—	—
No. 2	0.3 ± 0.5	51.3 ± 102.5	100.0	171.0
No. 3	0	0	—	—
No. 4	0	0	—	—
No. 5	0	0	—	—
No. 6	0	0	—	—
No. 7	0.3 ± 0.5	30.8 ± 61.5	100.0	102.7
No. 8	0	0	—	—
No. 9	0	0	—	—
No.10	0	0	—	—
No.11	0.3 ± 0.5	6.5 ± 13.0	100.0	21.7
No.12	0	0	—	—
No.13	0	0	—	—
No.14	0.3 ± 0.5	12.5 ± 25.0	100.0	41.7

表17 市販菌床シイタケ品種による培地基材の検討 I (MT508)

	1 菌床当たり		M級以上の個数比(%)	子実体1個重(g)
	発生個数	発生量(g)		
No. 1	0.7 ± 1.2	15.7 ± 27.1	100.0	22.4
No. 2	0	0	—	—
No. 3	0	0	—	—
No. 4	1.0 ± 1.7	47.3 ± 82.0	100.0	47.3
No. 5	0.7 ± 1.2	41.0 ± 71.0	100.0	58.6
No. 6	0	0	—	—
No. 7	0	0	—	—
No. 8	0.7 ± 1.2	54.7 ± 94.7	100.0	78.1
No. 9	0	0	—	—
No.10	0	0	—	—
No.11	0	0	—	—
No.12	4.3 ± 5.9	76.7 ± 91.5	84.6	17.8
No.13	0	0	—	—
No.14	1.3 ± 2.3	50.7 ± 87.8	100.0	39.0

従って、「菌床シイタケ栄養源別最適添加量の検討」と「菌床シイタケ栄養源別最適添加量の検討」の結果より、以降の試験は、オガ粉：チップ：精選ふすま：コーンブラン＝15：5：2：2（容積比）として試験を行うこととした。

(5) 市販シイタケ品種の栽培試験

培養が終了し、発生操作時に培地の硬さ、分解水の量および被膜の状態について調査し、培地の仕上がり具合について総合的に判断し、A（優）～D（不）の範囲で評価した。次に、子実体の形態（菌傘、菌柄、菌褶、鱗片）を中心に調べ（表18）、子実体発生量等（表19）についても同時に調査を行った。

表18-1 子実体の形態および評価

種菌メーカー	品 種	総合評価	菌 傘		色調	硬さ	形状
			奇形子実体 発生有無	切れ込み有無			
株式会社河村食用菌研究所	河村 S32号	C	無	無	淡褐色	やや軟	まんじゅう型
	河村 S490号						
株式会社キノックス	東北 S21号	B	無	無	褐色	やや硬	円形
	東北 S24号	C	無	無	茶褐色	普通	開き早い
	東北 S27号	B	無	無	茶褐色	普通	普通
株式会社北研	北研600号	B	有り	有り	褐色	普通	普通
	北研603号	A	無	無	淡黄褐色	硬い	巻き込み強い
明治製菓株式会社	JMS9K-3	C	無	無	褐色	普通	平型
	JMS9K-4	B	有り	無	淡褐色	硬い	巻き込み強い
	JMS10K-5	C	有り	無	褐色	普通	普通
カネボウアグリテック株式会社	KB2001号	C	無	無	褐色	普通	普通
天池種菌	MT508号	A	無	無	淡褐色	やや硬	巻き込み強い
神子種菌	KM50号	B	無	有り	茶褐色	やや硬	平型
森産業株式会社	森 MM1	D	有り	有り	褐色	普通	普通
	森440号						
	森465号	C	有り	無	褐色	普通	平型
株式会社富士種菌	富士312号						

表18-2 子実体の形態および評価

種菌メーカー	品 種	菌 柄				菌 褶	鱗 片
		太さ	長さ	色の有無	毛の有無		
株式会社河村食用菌研究所	河村 S32号	普通	普通	有り	有り	普通	普通
	河村 S490号						
株式会社キノックス	東北 S21号	普通	普通	やや有り	有り	密	全体
	東北 S24号	普通	短い	白	無	普通	周縁部
	東北 S27号	普通	やや短い	やや有り	有り	密	全体目立つ
株式会社北研	北研600号	普通	やや長い	やや有り	有り	普通	全体
	北研603号	普通	短い	やや有り	有り	普通	全体
明治製菓株式会社	JMS9K-3	菌傘部太い	短い	有り	有り	普通	周縁部
	JMS9K-4	普通	普通	やや有り	有り	密	周縁部
	JMS10K-5	やや太い	普通	やや有り	有り	普通	全体
カネボウアグリテック株式会社	KB2001号	細い	長い	やや有り	有り	普通	周縁部
天池種菌	MT508号	普通	普通	白	有り	普通	全体
神子種菌	KM50号	細い	長い	やや有り	有り	密	全体
森産業株式会社	森 MM1	細い	普通	やや有り	有り	普通	普通
	森440号						
	森465号	太い	普通	普通	有り	普通	周縁部
株式会社富士種菌	富士312号						

表19 菌床シイタケ市販品種の初回発生による比較

供試品種	1 菌床当たり				子実体 1 個重
	発生個数	発生量	M級以上の個数比		
S32	5.8 ± 2.5	149.7 ± 47.5	77.1		25.8
S490	0	0	—		—
S21	7.2 ± 4.5	146.8 ± 53.9	69.4		20.4
S24	15.7 ± 5.9	164.3 ± 47.2	61.8		10.5
S27	9.3 ± 5.8	185.7 ± 55.2	53.8		17.2
H600	5.5 ± 1.5	171.0 ± 108.0	72.7		31.1
H603	13.2 ± 6.8	179.0 ± 74.2	56.1		13.6
JMS9K-3	9.7 ± 5.2	193.6 ± 47.1	77.9		18.7
JMS9K-4	0.4 ± 0.2	23.2 ± 7.8	100.0		38.7
JMS10K-5	0.6 ± 0.3	25.8 ± 16.2	100.0		43.0
KB2001	10.6 ± 6.4	128.4 ± 51.5	50.9		12.1
MT508	0.4 ± 0.2	24.0 ± 15.3	100.0		60.0
KM50	18.5 ± 18.5	171.5 ± 171.5	54.1		9.3
MM1	1.3 ± 0.8	38.2 ± 18.6	100.0		29.4
森440	0	0	—		—
森465	3.4 ± 1.4	121.0 ± 54.3	70.6		35.6
富士312	0	0	—		—

個々の品種の菌床栽培特性についてまとめたのが、表20である。

表20 市販菌床シイタケの特性

種菌メーカー	品 種	メーカー発表資料		生理的特性		栽培特性	
		発生温度	発生栽培型	菌糸伸長 最適温度	<i>Trichoderma</i> 耐性	培地の評価	子実体形態 評価
株式会社河村食用菌研究所	河村 S32号	10～23℃	中高温性春秋型	26℃	普通	B	C
	河村 S490号	10～18℃	中低温性春秋型	26℃	普通	B	
株式会社キノックス	東北 S21号	10～25℃	中温性秋春型	26℃	普通	B	B
	東北 S24号	10～25℃	中高温性秋春型	28℃	やや強い	C	C
	東北 S27号	13～23℃	中高温性秋春型	28℃	やや強い	A	B
株式会社北研	北研600号	15～25℃	高温性夏秋型	26℃	普通	B	B
	北研603号	10～15℃	中温性秋春型	26℃	普通	B	A
明治製菓株式会社	JMS9K-3号	15～20℃	中高温性夏型	26℃	やや強い	C	C
	JMS9K-4	15～20℃	中高温性夏型	26℃	やや強い	C	B
	JMS10K-5	10～15℃	低中温性春秋型	28℃	普通	B	C
カネボウアグリテック株式会社	KB2001号	10～15℃	中温性春秋型	26℃	普通	B	C
天池種菌	MT508号			26℃	強い	A	A
神子種菌	KM50号			26℃	やや強い	B	B
森産業株式会社	森 MM1			26℃	やや強い	A	D
	森440号	12～26℃	高温性夏秋型	26℃	普通	D	
	森465号	10～24℃	中高温性周年型	26℃	やや強い	C	C
株式会社富士種菌	富士312号	15～20℃	中高温性夏秋型	26℃	やや強い	C	

今までに、シイタケ優良品種作出を目的として、まず育種の基礎となるシイタケ市販品種の栽培特性や交配母本を調査した。多くの食用キノコは、収穫時期の違い（早晩性品種）、収穫量（多収性品種）⁶⁾、耐病性品種など生産性や市場価値の高い（形態・色）品種が育種されている²⁸⁾。優良品種を選抜するためには、育種素材の選定や選抜に際して、品種の特性を正しく把握することが必要である。今回供試した17品種を栽培して特性を調査し、目的形質を支配する遺伝子の有無の推定を行った。

今回供試した市販品種の中では、発生量、M級以上の個数比および子実体1個重から、北研600号が比較的安定した発生を示した。量的形質はポリジーンによって支配されており、多くの遺伝的影響を避けるため、量的形質に関しては北研600号を選抜した。また、収量性に関しては、北研600号より発生量が多かった東北S27号、MT508号、北研H603号およびJMS9K-3号を選抜した。

量的形質による選抜：北研H600号、北研H603号、東北S27号（写真1）、MT508号、明治JMS9K-3号（写真2）

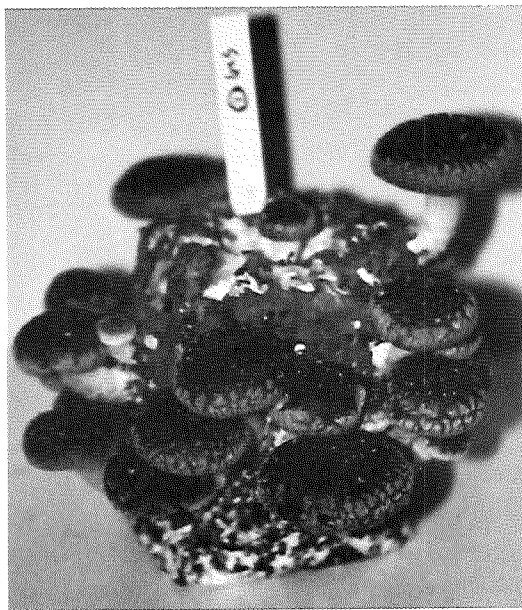


写真1 東北S27号

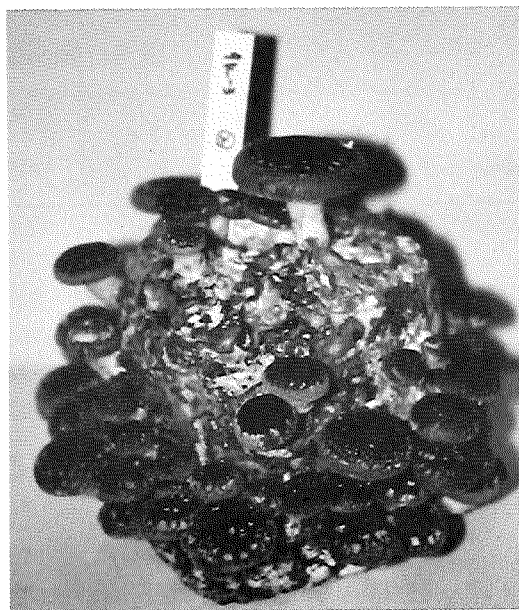


写真2 明治JMS9K-3号

一方、北研600号に関して質的形質について調べた結果、培養状態によっては奇形子実体の発生、菌傘の切れ込み、菌柄の着色、長めの菌柄や水分吸着および多湿環境下で品質が劣化しやすい傾向が認められた。そこで、これらの質的形質の改善を考慮に入れ、次の形質に着目して優良形質を持った品種を選抜した。

質的形質による選抜

- ① 白い菌柄（菌柄に着色が無い）：MT508号、KB2001号
- ② 肉質が厚い：JMS9K-4号、MT508号、北研H603号
- ③ 短い菌柄：東北S24号

これらの量的形質と質的形質の遺伝について知り得た情報を基に、実際育種の観点から目的形質の遺伝性について検討するため、育種目標を設定し交雑育種を行った。

育種目標は、「接種後、90日間の培養で北研600号と同程度の発生があり、培養・発生が北研600号と同じく容易で、菌傘が厚く、腐朽が進んでも肉が薄くならない。また、菌柄が白く、短く、多湿環境下で品質が落ちないものを育成する。」とした。育種目標には、量的、質的遺伝の両方が組み込まれており、1度の交雑で育成できるものではない。そこで、次の副目標を設定し、数段階の交雑育種によって育種を行うこととした。副目標は量的、質的遺伝に大きく分け、次の4つの目標を設定した。

- ① 北研600号以上の発生があり形質は同程度で、多湿環境下で品質が落ちない。
- ② 北研600号と同程度の発生量で菌柄が白く、他の形質はJMS9K-4と同程度で多湿環境下でも品質が落ちない。
- ③ 北研600号と同程度の発生量で菌傘が厚く、他の形質はJMS9K-4と同程度で多湿環境下でも品質が落ちない。

- ④ 北研600号と同程度の発生量で菌柄が短く、他の形質はJMS9K-4と同程度で多湿環境下でも品質が落ちない。

供試した17品種を栽培して特性を調査し、目的形質を支配する遺伝子の有無の推定を行った結果を基に、量的形質と質的形質に関して知り得た情報から交配親を設定し、副目標ごとに交雑育種を行った。交配は、以下の組み合わせで実施した。

- ① JMS9K-3, S27は、北研600号より発生量が多いので、JMS9K-3, S27の性質を北研600号に導入する。

H600 × JMS9K-3 (交配1)

JMS9K-3 × S27 (交配2)

- ② 北研600号にMT508, KB2001の菌柄の白さを導入する。

H600 × MT508 (交配3)

H600 × KB2001 (交配4)

- ③ 北研600号にJMS9K-4, H603の肉厚を導入する。また、JMS9K-4にMT508, H603の肉厚を導入する。

H600 × JMS9K-4 (交配5)

H600 × H603 (交配6)

JMS9K-4 × MT508 (交配7)

JMS9K-4 × H603 (交配8)

- ④ MT508, H603にS24の菌柄が短い性質を導入する。

MT508 × S24 (交配9)

H603 × S24 (交配10)

2. 交雑育種

(1) 単孢子分離から交配まで

1. 単孢子分離

2. 分離した1核菌糸体の性質

交配親候補として選抜された8品種の単孢子分離を行った。1品種当たり20～30の孢子再生菌株を分離し保存した。次に、保存した菌糸体のクランプを確認し、1核菌糸体の生理的特性について調査した(表21)。その結果、特徴の異なる1核菌糸体を1品種当たり5～10菌株選抜し、交配に供試した。1核菌糸体選抜に際しては、菌糸伸長速度に関して重点をおき、速いものから遅いものまで、全ての範囲を網羅するよう行った。

表21-1 選抜された1核菌糸体の生理的特性

親株	1核菌糸体番号	菌糸伸長速度	菌糸密度
北研 H600号	1	B	B
	2	D	B
	3	C	B
	4	C	B
	5	C	B
KB2001号	1	B	A
	2	B	B
	3	B	B
	4	C	B
	5	D	B
東北 S24号	1	C	B
	2	D	B
	3	D	B
	4	D	B
	5	D	B
	6	C	B
	7	D	B
	8	D	B
	10	D	B
東北 S27号	1	A	B
	2	D	B
	3	E	B
	4	C	B
	5	C	B
	6	D	B
	7	D	B
明治 JMS9K-3	2	C	B
	3	C	A
	4	D	B
	5	C	A
	6	B	B
	7	D	B
	8	D	B
	9	D	B
	10	D	B
	12	D	B
MT508	1	B	B
	4	B	B
	5	C	B
	6	B	B
	7	C	A
	8	C	A
	9	C	A
	10	D	B
北研 H603号	1	B	B
	2	C	A
	3	D	A
	4	B	B
	5	C	A
	6	C	B
	7	C	B
	8	C	B
	9	C	C
	10	C	B
明治 JMS9K-4	1	B	B
	2	C	A
	3	C	A
	4	C	B
	5	B	B
	6	B	B
	7	B	B
	8	B	B
	9	C	B
	10	B	B

注：※1 A速い, Bやや速い, C普通, Dやや遅い, E遅い

※2 A濃い, B普通, C薄い

3. 分離した1核菌糸体の交配因子の決定

選抜した1核菌糸体の不和合性因子を決定するため、H600号を除く品種で自殖交配を行い、1核菌糸体の交配因子を決定した(図3-1~7)。JMS9K-3号, JMS9K-4号, S24号からは、それぞれ4つの異なる不和合性因子を持つ1核菌糸体が得られた。KB2001号, H603号からは3つの不和合性因子を持つ1核菌糸体が、S27号からは2種の不和合性因子を持つ1核菌糸体, MT508号からは1種の不和合性因子を持つ1核菌糸体を得られた。

JMS9K-4	2	10	1	5	6	3	4	7	8	9	
2	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	A1B1
10	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	
1	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	A2B2
5	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	A1B2
6	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	
3	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	A2B1
4	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	
7	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	
8	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	
9	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×	
	A1B1		A2B2	A1B2		A2B1					

図3-1 JMS9K-4の選抜1核菌糸体の不和合性因子

MT508	1	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	A3B3
4	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
6	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
7	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
8	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
10	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
11	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	A3B3									

図3-2 MT508の選抜1核菌糸体の不和合性因子

配6) では15菌株, JMS9K-4×MT508 (交配7) では59菌株, JMS9K-4×H603 (交配8) では20菌株, MT508×S24 (交配9) では51菌株, H603×S24 (交配10) では29菌株, 計313系統が得られた。

	1 核菌糸番号	H600 (♀)				
		1	2	3	4	5
JMS9K-3 (♂)	2	×	×	○	○	×
	3	○	○	○	○	○
	4	×	○	○	×	○
	5	×	×	○	○	×
	6	×	×	○	○	×
	7	○	○	○	○	○
	8	○	○	○	○	○
	9	×	×	○	○	×
	10	○	○	○	○	○
	12	○	○	○	○	○

図4-1 副目標① H600 × JMS9K-3

	1 核菌糸番号	JMS9K-3 (♀)									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
S27 (♂)	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	×	○	×	×	×	○	○	×	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5	×	○	○	×	×	○		×	○	○
	6	○	○	▲	○	○	▲	▲	○	▲	○
	7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図4-2 副目標① JMS9K-3 × S27

		H600 (♀)				
	1 核菌糸番号	1	2	3	4	5
MT508 (♂)	1	×	×	○	○	×
	2	×	×	×	×	×
	3	×	×	×	×	×
	4	○	×	○	○	○
	5	○		○	○	
	6				○	○
	7	×	○	○	○	○
	8	○				○
	9					○
	10	×	×	×	○	○

図4-3 副目標② H600 × MT508

		H600 (♀)				
	1 核菌糸番号	1	2	3	4	5
KB2001 (♂)	1	×	×	○	○	○
	2	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○
	4	○	×	×	×	×
	5	○	×	×	×	×

図4-4 副目標② H600 × KB2001

		H600 (♀)				
	1 核菌糸番号	1	2	3	4	5
JMS9K-4 (♂)	1	○	×	×	×	×
	2	×	×	×	○	×
	3	×	×	×	×	×
	4	×	×	×	×	×
	5	×	×	×	○	○
	6	×	×	×	○	○
	7	○	×	×	×	×
	8	×	×	×	×	×
	9	×	×	×	×	×
	10	×	×	○	×	×

図4-5 副目標③ H600 × JMS9K-4

		H600 (♀)				
	1 核菌糸番号	1	2	3	4	5
H603 (♂)	1	×	×	×	○	×
	2	○	×	×	×	○
	3	×	×	×	×	×
	4	×	×	×	○	×
	5	○	×	×	×	×
	6	○	○	○	○	○
	7	×	×	○	○	×
	8	×	×	○	×	×
	9	×	×	×	×	×
	10	×	×	○	○	×

図4-6 副目標③ H600 × H603

		JMS9K-4 (♀)									
	1 核菌糸番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MT508 (♂)	1	○	○	×	○	○		○	○	○	○
	2	×	×	×		×		×	×	×	×
	3	×	○	×		×		×		×	×
	4	○	○	○	○	○		○	○	○	○
	5	○	○	○	○	○		○	○	○	○
	6	○	×	×	○	○	○	×	○		○
	7	○	×	○	○	○		▲		○	×
	8	○	×	○	○	○		○	○	○	○
	9	×	×	○		○		×		×	○
	10	○	○	○		○	○	○	○	○	○

図4-7 副目標③ JMS9K-4 × MT508

		JMS9K-4 (♀)									
	1 核菌糸番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H603 (♂)	1	○	×	×	×	○	×	×	×	×	×
	2	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○
	3	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○
	4	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○
	6	○	×	○	○	○	×	×	○	○	○
	7	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	8	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	9	○	×	×	×	○	×	×	×	×	×
	10	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×

図4-8 副目標③ JMS9K-4 × H603

	1 核菌糸番号	MT508 (♀)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S24 (♂)	1	×			○		▲	×	×	○	○
	2	○			○	○	○	○	○	○	○
	3	○			○	○	○	○	○	○	○
	4	○			○	×	○	○	○	○	○
	5	×			▲	×	×	×	×	○	×
	6	○			○	×	×	×	×	○	×
	7	×			○	○	○	×	×	○	○
	8	○			○	×	○	○	○	○	○
	9										
	10	○			○	▲	○	○	×	○	○

図 4 - 9 副目標④ MT508 × S24

	1 核菌糸番号	H603 (♀)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S24 (♂)	1	×	×	×	○			○	×	×	○
	2	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○
	3	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×
	4	○	○	○	○	×	○	×	○	○	○
	5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	6	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	7	○	×	×	○	×	×	○	○	×	○
	8	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×
	9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	10	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×

図 4 - 10 副目標④ H603 × S24

(2) 単孢子分離過程で 2 核菌糸体として分離された菌株（多孢子分離）および不和合性因子決定の際、2 核菌糸として分離された菌株の選抜および発生試験

単孢子分離の際、シャーレ上で交雑のかかった 2 核菌糸体（実質上、多孢子分離）および不和合性因子調査の際、得られた 2 核菌糸体（表 5）について、発生試験を行った。全ての菌株について、発生試験を行った結果、特に多孢子分離で得られた菌株で親株より優れた性質を獲得した MT508 号自家交配株で興味深い結果が得られたので報告する。

MT508 号単孢子分離の際、14 系統の 2 核菌糸体が多孢子分離菌株として得られた。この 14 菌株と親株である MT508 号を菌床栽培せ発生試験を行った結果が、図 5 である。

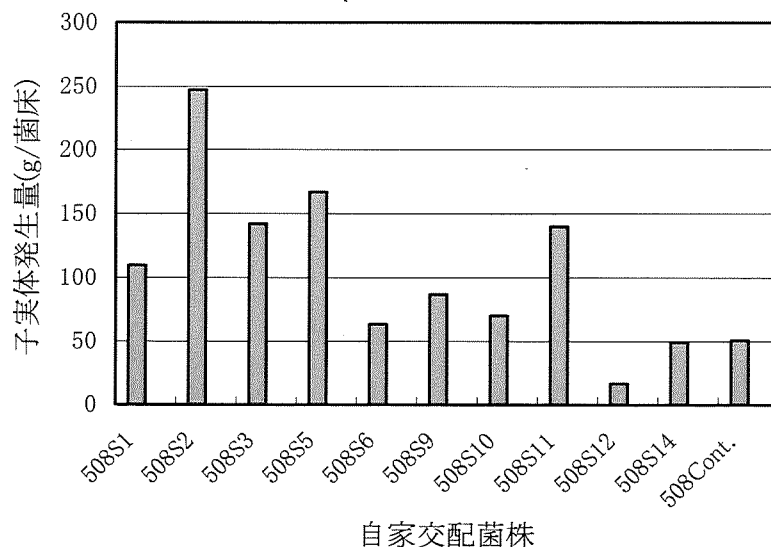


図5 MT508号自家交配菌株の子実体発生量

4菌株で子実体が発生しなかったが、残りの10菌株は発生し、そのうち9菌株は親株と同程度あるいはそれ以上の発生を示した。また、子実体の形状も親株より優れていた。特に、508S2, S3, S5, S11は品質、収量性の面から優良な菌株であった。MT508号以外にもJMS9K-3号の自家交配菌株でも同様な傾向が認められた。

次に、原木栽培における自然発生時期について自家交配により親株とどのような変異が生じているか調査した。菌床による発生試験で優良な形質を持っていると考えられる菌株の発生温度、発生型について調査した。最も多くの菌株が選抜されたMT508号自家交配株について考察し、特に親株であるMT508号、その自家交配株である508S3, 508S6について自然発生を比較した(図6)。

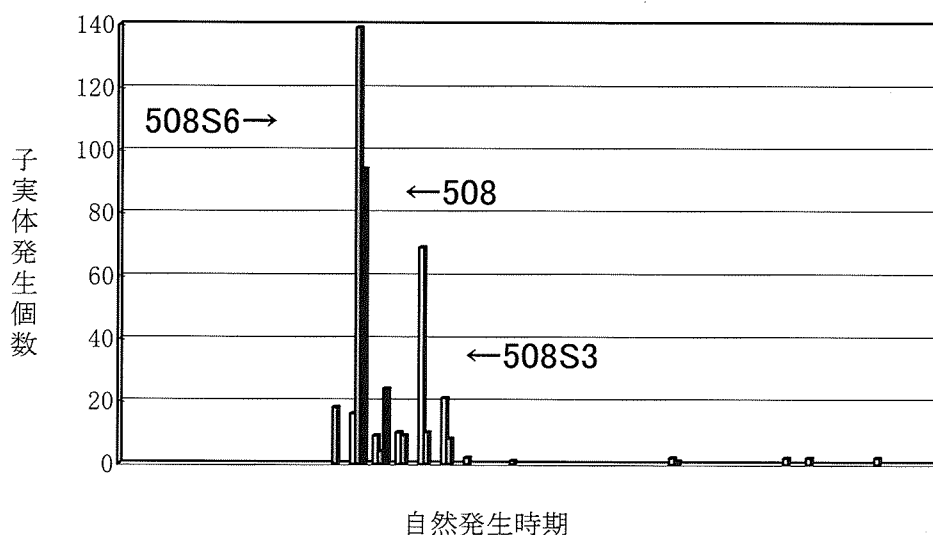


図6 MT508号自家交配菌株の自然発生時期

MT508号の多孢子分離株は、親株を中心に発生時期が分散した。親株の特性は、春型、低温性、集中発生型を示したが、多孢子分離株は、発生型は春型と変わらないものの、発生温度は低温型以外に低中温型や分散発生型など変異が見られた。このことは、他の自家交配菌株でも認められた。従っ

て、自家交配は発生型は変わらないが、発生温度や集中あるいは分散発生型を変えることは可能である。子実体の形質も、親株と同等あるいはそれ以上のものが得られた。

以上の結果から、自家交配は、収量性は低いが質的形質で優れた能力を持っている菌株が得られた際、収量性改善の有効的な手法であると考えられる。また、発生型を変えずに発生温度等を変えられるため、栽培形態に係わらず品種育成の効果的な育種法であると言える。

(3) 交雑2核菌糸として分離された菌株の選抜(育種目標)

(試験管内選抜・原種菌選抜・1次選抜)

交配1では、36系統の交雑株が得られた。得られた菌株を試験管選抜と原種菌選抜を行い、この2つの選抜で残った25系統を1次選抜に供試した。副目標である収量性に重点を置き、選抜した結果、4系統が2次選抜試験に選ばれた(表22-1)。試験管選抜では菌糸伸長速度と菌叢に着目し、菌糸生育が悪い系統や菌叢が薄いあるいはPDA培地に色素が溶出し、着色が目立つものは処分した。また、原種菌選抜では、オガ粉培地に菌糸が蔓延しないもの、菌廻りが悪いもの及び菌叢が薄いものを処分対象とした。

交配2では、60系統の交雑株が得られた。得られた菌株の試験管および原種菌選抜を行い、この2つの選抜で残った38系統を1次選抜に供試した。副目標である収量性に重点を置き、選抜した結果、9系統(15%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-2、写真3、4)。

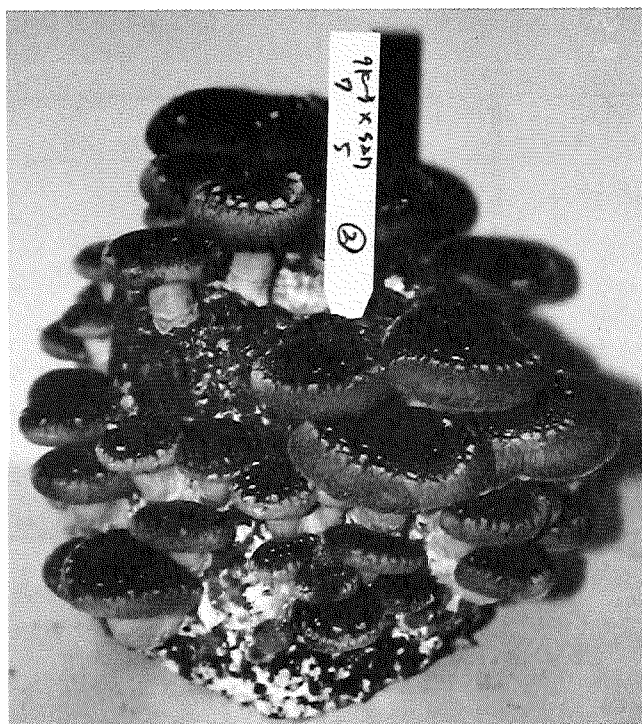


写真3 2次選抜菌株 9K-3(7)xS27(5)

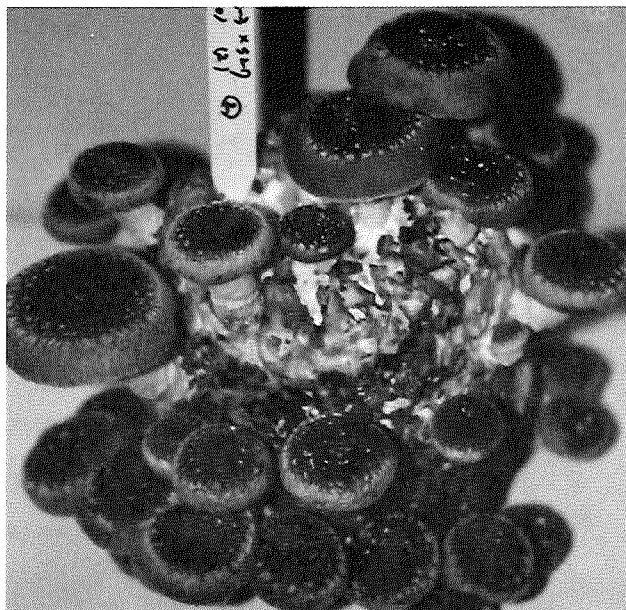


写真4 2次選抜菌株 9K-3(10)×S27(2)

交配3では、20系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には13系統を供試した。副目標である菌柄の白さに重点を置き、選抜した結果、4系統(20%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-3)。

交配4では、15系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には1系統を供試した。副目標である菌柄の白さに重点を置き、選抜した結果、1系統(7%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-4)。

交配5では、8系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には1系統を供試した。副目標である肉厚に重点を置き、選抜した結果、2次選抜試験に選ばれた系統はなかった(表22-5)。

交配6では、15系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には6系統を供試した。副目標である肉厚に重点を置き、選抜した結果、2系統(13%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-6)。

交配7では、59系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には20系統を供試した。副目標である肉厚に重点を置き、選抜した結果、4系統(7%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-7)。

交配8では、20系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には7系統を供試した。副目標である肉厚に重点を置き、選抜した結果、2次選抜試験に選ばれた系統はなかった(表22-8)。

交配9では、51系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には27系統を供試した。副目標である菌柄の短さに重点を置き、選抜した結果、5系統(10%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-9)。

交配10では、29系統の交雑株が得られた。得られた菌株の選抜を行った結果、1次選抜には16系統を供試した。副目標である菌柄の短さに重点を置き、選抜した結果、6系統(21%)が2次選抜試験に選ばれた(表22-10)。

(2次選抜試験)

2次選抜では、選ばれた系統の母型由来のミトコンドリア核型が異なる正逆交配で得られた両菌株を供試した。この選抜では、培地の状態(分解水の量、硬さ、被膜形成)および子実体発生(形態、個数、重量、1個重、奇形子実体発生の有無等)について調査し、系統選抜に供試する系統の選抜を行った(表23)。その結果、交配1では3系統(JMS9K-3(10)♀×H600(3)♂, H600(4)♀×JMS9K-3(6)♂, JMS9K-3(6)♀×H600(4)♂), 交配2では3系統(JMS9K-3(7)♀×S27(2)♂, JMS9K-3(10)♀×S27(2)♂, S27(2)♀×JMS9K-3(10)♂), 交配3では3系統(MT508(5)♀×H600(1)♂, MT508(5)♀×H600(3)♂, MT508(7)♀×H600(4)♂), 交配6では2系統(H600(3)♀×H603(6)♂, H603(7)♀×H600(4)♂), 交配7では2系統(JMS9K-4(5)♀×MT508(6)♂, MT508(6)♀×JMS9K-4(5)♂), 交配9では4系統(MT508(4)♀×S24(2)♂, S24(6)♀×MT508(4)♂, MT508(6)♀×S24(3)♂, S24(10)♀×MT508(6)♂), 交配10では6系統(S24(4)♀×H603(6)♂, H603(6)♀×S24(8)♂, S24(8)♀×H603(6)♂, H603(8)♀×S24(2)♂, H603(8)♀×S24(4)♂, H603(10)♀×S24(2)♂)が選抜された。2次選抜では、正逆交配を含めて23系統が選抜された。(表23)

(系統選抜試験)

選抜された23系統を系統選抜に供試し、育種目標の副目標に合った形質に重点を置き、選抜を行った。その結果、副目標①の発生量に関して2系統(H600(4)♀×JMS9K-3(6), JMS9K-3(7)♀×S27(2)♂)を選抜した。副目標②の菌柄の白さに関しては1系統(MT508(5)♀×H600(3)♂), 副目標③の肉厚に関しては1系統(JMS9K-4(5)♀×MT508(6)♂), 副目標④の短い菌柄に関しては2系統(MT508(4)♀×S24(2)♂, S24(8)♀×H603(6)♂)を選抜した。系統選抜では、最終的に6系統が優良形質を保持した系統として選ばれ保存した。交配から系統選抜までの選抜過程を以下のフロー図にまとめた(表24)。

シイタケ選抜育種の第一段階として市販菌を中心に79菌株の交配母本や生理的特性および栽培特性について調査した。育種目標を設定し副目標に沿った交配母本を選定し、交雑育種を行った。その結果、交配母本として特徴のある8品種を選定し、10組み合わせの交雑により、635系統を作出した。選抜育種の第一段階として行った試験管選抜の結果に基づき635系統の中から選び出した262系統について引き続いて原種菌選抜を実施した。原種菌選抜では154系統が選ばれ、同じ交配でも細胞質が異なる正逆交雑で得られた系統(母型が異なる)を加えた308系統について1次選抜試験を行った。1次選抜では60系統が選ばれ、各選抜を経て最終的に6系統が選ばれた。交配から系統選抜試験までの残存率は0.8%と低いものの、1次選抜前の試験管選抜と原種菌選抜で約76%程度処分でき、発生操作を省略できるなど作業面において有効な手段と言える。系統選抜で6系統選抜されたが、これらの系統をそのまま生産現場で利用できるわけではない。ここでの結果は、副目標に沿った選抜であり、引き続き新たな副目標間での交配を行い優良品種を育成しなければならない。

表22-1 H600 × 9K-3 (交配1)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 3				処分				
1 * 7				処分				
1 * 8				処分				
1 * 10		処分	処分	処分				
1 * 12				処分				
2 * 3				処分				
2 * 4	処分		処分	処分				
2 * 7				処分				
2 * 8	処分		処分	処分				
2 * 10				処分				
2 * 12		処分	処分	処分				
3 * 2		処分	処分	処分				
3 * 3				処分				
3 * 4		処分	処分	処分				
3 * 5				処分				
3 * 6	処分		処分	処分				
3 * 7				選抜	A - C	160	11.3	14.1593
3 * 8				処分				
3 * 9				処分				
3 * 10				選抜				
3 * 12		処分	処分	処分				
4 * 2				処分				
4 * 3				処分				
4 * 5				選抜				
4 * 6				処分				
4 * 7				処分				
4 * 8				処分				
4 * 9				処分				
4 * 10				処分				
4 * 12	処分		処分	処分				
5 * 3				処分				
5 * 4	処分		処分	処分				
5 * 7				選抜				
5 * 8				処分				
5 * 10				処分				
5 * 12		処分	処分	処分				
36菌株	31菌株	25菌株	25菌株	4菌株				

表22-2 9K-3*S27 (交配2)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
2*1				処分				
2*3				処分				
2*4		処分	処分	処分				
2*6		処分	処分	処分				
2*7		処分	処分	処分				
3*1				処分				
3*2		処分	処分	処分				
3*3				処分				
3*4		処分	処分	処分				
3*4				処分				
3*6				処分				
3*7				処分				
4*1				選抜	A-B	130	6.7	19.403
4*3	処分		処分	処分				
4*4		処分	処分	処分				
4*5				処分				
4*6				処分				
4*7				選抜	A	260	22.3	11.6592
5*1		処分	処分	処分				
5*3		処分	処分	処分				
5*4		処分	処分	処分				
5*6				処分				
5*7				処分				
6*1				処分				
6*3				処分				
6*4		処分	処分	処分				
6*6		処分	処分	処分				
6*7	処分		処分	処分				
7*1				処分				
7*2				選抜	A-B	231.7	42.7	5.42623
7*3				処分				
7*4				選抜	B-C	323.3	33.7	9.59347
7*5				選抜	A-B	288.3	52.3	5.51243
7*6		処分	処分	処分				
7*7				処分				
8*1				処分				
8*2				選抜	A-B	216.7	42.7	5.07494
8*3				処分				
8*4				処分				
8*6	処分		処分	処分				
8*7				処分				
9*1	処分		処分	処分				
9*3				処分				
9*4	処分		処分	処分				
9*6				処分				
9*7				処分				
10*1				処分				
10*2				選抜	A	235	42	5.59524
10*3				処分				
10*4				処分				
10*5				選抜	A-B	233.3	47.3	4.93235
10*6	処分		処分	処分				
10*7				処分				
12*1		処分	処分	処分				
12*2		処分	処分	処分				
12*3				処分				
12*4		処分	処分	処分				
12*5				処分				
12*6		処分	処分	処分				
12*7				選抜	B	335	89.7	3.73467
60菌株	54菌株	38菌株	38菌株	9菌株				

表22-3 H600*MT508 (交配3)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 4				処分				
1 * 5				選抜	A - B	265	34	7.79412
1 * 8		処分	処分	処分				
2 * 7		処分	処分	処分				
3 * 1				処分				
3 * 4				処分				
3 * 5				選抜	A - B	285	36	7.91667
3 * 7				処分				
4 * 1		処分	処分	処分				
4 * 4				処分				
4 * 5				選抜	A	350	55	6.36364
4 * 6				処分				
4 * 7				選抜	B	101.7	3.3	30.8182
4 * 10				処分				
5 * 4		処分	処分	処分				
5 * 6		処分	処分	処分				
5 * 7				処分				
5 * 8				処分				
5 * 9		処分	処分	処分				
5 * 10		処分	処分	処分				
20菌株	20菌株	13菌株	13菌株	4菌株				

表22-4 H600*KB2001 (交配4)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 2		処分	処分	処分				
1 * 3		処分	処分	処分				
1 * 4		処分	処分	処分				
1 * 5				選抜	B - C	53.3	2	26.65
2 * 2		処分	処分	処分				
2 * 3		処分	処分	処分				
3 * 1		処分	処分	処分				
3 * 2		処分	処分	処分				
3 * 3		処分	処分	処分				
4 * 1		処分	処分	処分				
4 * 2		処分	処分	処分				
4 * 3		処分	処分	処分				
5 * 1		処分	処分	処分				
5 * 2		処分	処分	処分				
5 * 3		処分	処分	処分				
15菌株	15菌株	1菌株	1菌株	1菌株				

表22-5 H600*9K-4 (交配5)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 1	処分		処分	処分				
1 * 7		処分	処分	処分				
3 * 10				処分				
4 * 2		処分	処分	処分				
4 * 5		処分	処分	処分				
4 * 6		処分	処分	処分				
5 * 5		処分	処分	処分				
5 * 6		処分	処分	処分				
8菌株	7菌株	1菌株	1菌株	0菌株				

表22-6 H600*H603(交配6)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 2		処分	処分	処分				
1 * 5		処分	処分	処分				
1 * 6		処分	処分	処分				
2 * 6		処分	処分	処分				
3 * 6				選抜	A - B			
3 * 7				処分				
3 * 8		処分	処分	処分				
3 * 10		処分	処分	処分				
4 * 1				処分				
4 * 4				処分				
4 * 6		処分	処分	処分				
4 * 7				選抜	B			
4 * 10		処分	処分	処分				
5 * 2		処分	処分	処分				
5 * 6				処分				
15菌株	15菌株	6 菌株	6 菌株	2 菌株				

表22-7 9K-4*MT508 (交配7)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 1				選抜	A - B	231.7	40.7	5.69287
1 * 4				処分				
1 * 5		処分	処分	処分				
1 * 6	処分		処分	処分				
1 * 7	処分		処分	処分				
1 * 8	処分		処分	処分				
1 * 10	処分		処分	処分				
2 * 1		処分	処分	処分				
2 * 3				処分				
2 * 4		処分	処分	処分				
2 * 5				処分				
2 * 10		処分	処分	処分				
3 * 4		処分	処分	処分				
3 * 5	処分		処分	処分				
3 * 7	処分		処分	処分				
3 * 8	処分		処分	処分				
3 * 9	処分		処分	処分				
3 * 10				処分				
4 * 1		処分	処分	処分				
4 * 4				処分				
4 * 5				処分				
4 * 6				処分				
4 * 7		処分	処分	処分				
4 * 8		処分	処分	処分				
5 * 1	処分		処分	処分				
5 * 4				処分				
5 * 5		処分	処分	処分				
5 * 6				選抜				
5 * 7	処分		処分	処分				
5 * 8				処分				
5 * 9	処分		処分	処分				
5 * 10				選抜				
6 * 6				処分				
6 * 10		処分	処分	処分				
7 * 1	処分		処分	処分				
7 * 4	処分		処分	処分				
7 * 5	処分		処分	処分				
7 * 7	処分		処分	処分				
7 * 8	処分		処分	処分				
7 * 10	処分		処分	処分				
8 * 1				処分				
8 * 4				処分				
8 * 5		処分	処分	処分				
8 * 6		処分	処分	処分				
8 * 8				処分				
8 * 10		処分	処分	処分				
9 * 1		処分	処分	処分				
9 * 4				処分				
9 * 5	処分		処分	処分				
9 * 7	処分		処分	処分				
9 * 8	処分		処分	処分				
9 * 10	処分		処分	処分				
10 * 1				処分				
10 * 4		処分	処分	処分				
10 * 5		処分	処分	処分				
10 * 6				選抜	A - C			
10 * 8				処分				
10 * 9		処分	処分	処分				
10 * 10		処分	処分	処分				
59菌株	38菌株	20菌株	20菌株	4菌株				

表22-8 9K-4*H603(交配8)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 1				処分				
1 * 2		処分	処分	処分				
1 * 3		処分	処分	処分				
1 * 4		処分	処分	処分				
1 * 6		処分	処分	処分				
1 * 7				処分				
1 * 9				処分				
1 * 10		処分	処分	処分				
3 * 6		処分	処分	処分				
4 * 6				処分				
5 * 1				処分				
5 * 6		処分	処分	処分				
5 * 9		処分	処分	処分				
8 * 3				処分				
8 * 6	処分		処分	処分				
9 * 6				処分				
10 * 2	処分		処分	処分				
10 * 3	処分		処分	処分				
10 * 5	処分		処分	処分				
10 * 6	処分		処分	処分				
20菌株	15菌株	7 菌株	7 菌株	0 菌株				

表22-9 MT508 * S24 (交配9)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量	発生個数	一個重
1 * 2				選抜	B - C			
1 * 3				処分				
1 * 4				処分				
1 * 6				処分				
1 * 8				処分				
1 * 10	処分		処分	処分				
4 * 1				処分				
4 * 2				選抜	B - C			
4 * 3				処分				
4 * 4				処分				
4 * 5	処分		処分	処分				
4 * 6				選抜	B			
4 * 7				処分				
4 * 8				処分				
4 * 10				処分				
5 * 2				処分				
5 * 3				処分				
5 * 7				処分				
5 * 10	処分		処分	処分				
6 * 1				処分				
6 * 2				処分				
6 * 3				選抜	B - C			
6 * 4				処分				
6 * 7	処分		処分	処分				
6 * 8				処分				
6 * 10				選抜	B			
7 * 2				処分				
7 * 3				処分				
7 * 4				処分				
7 * 8				処分				
7 * 10		処分	処分	処分				
8 * 2				処分				
8 * 3				処分				
8 * 4		処分	処分	処分				
8 * 8				処分				
9 * 1	処分		処分	処分				
9 * 2				処分				
9 * 3				処分				
9 * 4	処分		処分	処分				
9 * 5		処分	処分	処分				
9 * 6		処分	処分	処分				
9 * 7	処分		処分	処分				
9 * 8	処分		処分	処分				
9 * 10				処分				
10 * 1				処分				
10 * 2				処分				
10 * 3	処分		処分	処分				
10 * 4	処分		処分	処分				
10 * 7				処分				
10 * 8		処分	処分	処分				
10 * 10				処分				
51菌株	38菌株	27菌株	27菌株	5菌株				

表22-10 H603 * S24 (交配10)

	試験管選抜	原種菌選抜	室内選抜結果	一次選抜結果	子実体評価	一菌床当たりの発生量		発生個数	一個重
1 * 2		処分	処分	処分					
1 * 4		処分	処分	処分					
1 * 7				処分					
2 * 3		処分	処分	処分					
2 * 4		処分	処分	処分					
2 * 10		処分	処分	処分					
3 * 2		処分	処分	処分					
3 * 4				処分					
4 * 1		処分	処分	処分					
4 * 2		処分	処分	処分					
4 * 4				処分					
4 * 7		処分	処分	処分					
6 * 2				選抜					
6 * 3				処分					
6 * 4				選抜					
6 * 8				選抜					
6 * 10				処分					
7 * 1		処分	処分	処分					
7 * 2		処分	処分	処分					
7 * 7				処分					
8 * 2				選抜					
8 * 4				選抜					
8 * 7				処分					
9 * 2		処分	処分	処分					
9 * 4		処分	処分	処分					
10 * 1				処分					
10 * 2				選抜					
10 * 4				処分					
10 * 7				処分					
29菌株	29菌株	16菌株	16菌株	6 菌株					

表23 2次選抜結果

交配番号	交配組み合わせ		培地の状態						子実体発生				
	♂	♀	正逆	分解水	硬さ	被膜	総合評価	子実体形成	発生部位	個数	重量	1個重	奇形子実体発生有無
交配 1	H600(3)	JMS9K-3(7)	正	少ない	やや軟	D	D	B~C	下部	13.0	160.0	12.3	
	JMS9K-3(7)	H600(3)	逆	少ない	普通	B	B	B	下部	9.9	49.4	5.0	
	JMS9K-3(10)	H600(3)	逆	普通	普通	B~C	B~C	B~C	下部	41.8	219.4	5.3	
	H600(4)	JMS9K-3(5)	正	普通	普通	B	B	B~C	下部	63.6	272.2	4.3	
	JMS9K-3(5)	H600(4)	逆	普通	普通	A~B	A	C	下部	74.3	259.4	3.5	
	H600(5)	JMS9K-3(7)	正	普通	やや硬	C~D	D	D	下部	47.7	140.0	2.9	
交配 2	JMS9K-3(4)	S27(1)	正	やや多い	普通	B~C	B~C			0.0	0.0	—	
	S27(1)	JMS9K-3(4)	逆	普通	やや軟	B	B	A~B	下部	1.9	78.3	41.5	
	JMS9K-3(4)	S27(7)	正	少ない	普通	D	D	C	下部	42.4	205.6	4.8	
	S27(7)	JMS9K-3(4)	逆	少ない	普通	B	B~C	A~B	上半分	1.6	36.7	23.6	有り
	JMS9K-3(7)	S27(2)	正	普通	普通	A~B	A~B	B	下部	34.2	227.2	6.6	
	S27(2)	JMS9K-3(7)	逆	少ない	やや硬	A~B	A~B	B~C	下部	49.4	184.4	3.7	
	JMS9K-3(7)	S27(4)	正	少ない	やや軟	C	C	C	下部	25.0	246.7	9.9	
	S27(4)	JMS9K-3(7)	逆	少ない	やや軟	C	C	C	下部	29.2	208.9	7.1	
	JMS9K-3(7)	S27(5)	正	少ない	軟らかい	C~D	D	B~C	下部	58.3	356.1	4.4	
	S27(5)	JMS9K-3(7)	逆	少ない	軟らかい	C~D	D	B~C	下部	57.6	259.4	4.5	
	JMS9K-3(8)	S27(2)	正	やや多い	普通	B	B	C	下部	57.4	210.0	3.7	
	S27(2)	JMS9K-3(8)	逆	普通	やや硬	B	B	C	下部	52.9	200.0	3.8	
	JMS9K-3(10)	S27(2)	正	普通	やや硬	B~C	B~C	B	下部	37.6	246.7	6.6	
	S27(2)	JMS9K-3(10)	逆	普通	普通	B	B	B	下部	31.6	215.6	6.8	
	JMS9K-3(10)	S27(5)	正	普通	普通	C	C	C	下部	63.0	244.4	3.9	
	S27(5)	JMS9K-3(10)	逆	普通	普通	B	B	C	下部	59.0	255.0	4.3	
JMS9K-3(12)	S27(7)	正	普通	やや軟	B	B~C	D	下部	62.3	247.8	4.0		
S27(7)	JMS9K-3(12)	逆	普通	普通	B	B	C	下部	42.9	141.1	3.3	有り	
交配 3	MT508(5)	H600(1)	逆	やや多い	普通	A	A	A~B		0.4	12.2	27.5	
	MT508(5)	H600(3)	逆	普通	やや硬	A	A	A~B	全体	18.1	225.9	12.5	
	H600(4)	MT508(5)	正	普通	普通	A	A			0.0	0.0	—	
	H600(4)	MT508(7)	正	やや多い	普通	C~D	C~D	C	上半分	26.1	167.2	6.4	
	MT508(7)	H600(4)	逆	やや多い	普通	B~C	B~C	B	上半分	36.7	212.2	5.8	
交配 4	H600(1)	KB2001(5)	正	普通	軟らかい	B	B~C	C	下部	4.2	76.7	18.2	
交配 6	H600(3)	H603(6)	正	普通	普通	B~C	C	A~B	上半分	17.7	265.0	15.0	
	H603(6)	H600(3)	逆	普通	普通	C~D	C~D	B	全体	32.4	338.3	10.4	
	H600(4)	H603(7)	正	普通	普通	B~C	B~C	D	上面	15.8	197.2	12.5	
	H603(7)	H600(4)	逆	多い	軟らかい	B	C	A~B	上半分	5.1	93.3	18.3	
交配 7	JMS9K-4(1)	MT508(1)	正	普通	やや硬	B	A~B	C	下部	73.2	293.3	4.0	
	JMS9K-4(5)	MT508(6)	正	普通	やや硬	A~B	A~B	B	全体	28.0	225.6	8.1	
	MT508(6)	JMS9K-4(5)	逆	普通	普通	B~C	B~C	A~B	上半分	10.0	180.0	18.0	
	JMS9K-4(5)	MT508(10)	正	少ない	軟らかい	D	D	C	上半分	2.4	83.3	34.1	
	MT508(6)	JMS9K-4(10)	逆	少ない	普通	C~D	D	B	下部	28.4	168.9	5.9	
交配 9	MT508(1)	S24(2)	正	少ない	普通	B~C	C	C	下部	44.3	308.3	7.0	
	S24(2)	MT508(1)	逆	普通	普通	C	C	D	下部	38.7	241.7	6.3	
	MT508(4)	S24(2)	正	普通	やや硬	B	B	A~B	下部	50.0	324.4	6.5	
	S24(2)	MT508(4)	逆	普通	やや硬	B	B~C	B~C	下部	39.4	223.9	5.7	
	MT508(4)	S24(6)	正	少ない	やや硬	C	C	A~B	下部	10.8	217.8	20.2	
	S24(6)	MT508(4)	逆	普通	硬い	B	B	B	下部	51.6	226.7	4.4	
	MT508(6)	S24(3)	正	少ない	やや硬	B	B	B	下部	43.0	217.0	5.0	
	S24(3)	MT508(6)	逆	普通	硬い	B	B~C	B~C	上半分	40.2	207.2	5.2	
	MT508(6)	S24(10)	正	少ない	普通	C	C	D	全体	49.1	226.1	4.6	
S24(10)	MT508(6)	逆	普通	硬い	B~C	B~C	A~B	下部	26.6	221.1	8.3		
交配10	H603(6)	S24(2)	正	普通	やや硬	B~C	C	B~C	全体	30.9	241.1	7.8	
	S24(2)	H603(6)	逆	少ない	硬い	A	A	C	下部	44.3	268.3	6.1	
	S24(4)	H603(6)	逆	普通	硬い	B	B	B	全体	21.8	180.6	8.2	
	H603(6)	S24(8)	正	普通	普通	B	B	B	上半分	29.4	200.0	6.8	
	S24(8)	H603(6)	逆	普通	普通	A~B	A~B	B	全体	28.6	223.3	7.8	
	H603(8)	S24(2)	正	普通	やや硬	A	A	B~C	上半分	3.2	43.9	13.6	
	S24(2)	H603(8)	逆	少ない	普通	A	A	C	全体	34.0	165.0	4.8	
	H603(8)	S24(4)	正	普通	普通	A~B	B	B~C	上半分	33.0	185.0	5.6	
	S24(4)	H603(8)	逆	やや多い	硬い	A	A	B~C	下部	41.8	251.1	6.0	有り
	H603(10)	S24(2)	正	普通	やや硬	A~B	A~B	B~C	上半分	38.9	239.4	6.2	
	S24(2)	H603(10)	逆	普通	やや硬	A	A	B~C	全体	8.9	86.1	9.7	有り

表24 シイタケ育種選抜経過

交配系		残存系統数	残存率(%)
交配数		635系統	
	試験管選抜	↓	
		262系統	41.30%
	原種菌選抜	↓	
		154系統 (308系統(正逆))	24.30%
栽培試験	1次選抜	↓	
		60系統	7.60%
	2次選抜	↓	
		23系統	2.90%
	系統選抜	↓	
		6系統	0.80%

育種目標は、「接種後、90日間の培養で北研600号と同程度の発生があり、培養・発生が北研600号と同じく容易で、菌傘が厚く、腐朽が進んでも肉が薄くならない。また、菌柄が白く、短く、多湿環境下で品質が落ちないものを育成する。」と変わらないが、次の副目標を設定して育種を行う必要がある。副目標には、次の4つの項目を設定した。

- ① 北研600号と同程度の発生量で菌柄が白く、多湿環境下でも品質が落ちない。
- ② 北研600号と同程度の発生量で菌傘が厚く、菌柄も白く多湿環境下でも品質が落ちない。
- ③ 北研600号と同程度の発生量で菌傘が厚く、菌柄も短く多湿環境下でも品質が落ちない。

1回目の副目標に沿って選抜された系統を基に、量的形質と質的形質に関して知り得た情報から交配親を設定し、新たな副目標ごとに交雑育種を行った。交配は、以下の組み合わせで実施した。

- ① MT508(5)×H600(3)は菌柄が白いので、MT508(4)×S24(2), S24(8)×H603(6)の菌柄が短い性質を導入する。

{MT508(5)×H600(3)}×{MT508(4)×S24(2)} (新交配1)

{MT508(5)×H600(3)}×{S24(8)×H603(6)} (新交配2)

- ② JMS9K-4(5)×MT508(6)は菌傘が厚いので、MT508(5)×H600(3)の菌柄の白さを導入する。

{JMS9K-4(5)×MT508(6)}×{MT508(5)×H600(3)} (新交配3)

- ③ JMS9K-4(5)×MT508(6)は菌傘が厚いので、MT508(4)×S24(2), S24(8)×H603(6)の菌柄が短い性を導入する。

{JMS9K-4(5)×MT508(6)}×{JMS9K-4(5)×MT508(6)} (新交配4)

{JMS9K-4(5)×MT508(6)}×{S24(8)×H603(6)} (新交配5)

新交配1～5までを新たに実施し、再び系統選抜まで行い、選ばれた系統と収量性の優れている(JMS9K-3(10)×H600(3), H600(4)×JMS9K-3(6), JMS9K-3(6)×H600(4)) 菌株との交配を行い、最終的に優良品種を育成しながら、交配による遺伝様式等データ化する予定である。

3. 種菌メーカー別シイタケ菌株の栽培特性調査

交雑育種に交配親候補として調査した品種以外の市販菌について、菌床および原木栽培を行い、栽培特性を調査し、目的形質を支配する遺伝子の有無の推定を行った。

(1) 市販シイタケ品種の栽培特性

「株式会社秋山種菌研究所」

販売されている6品種の菌床シイタケ栽培での栽培特性を調査した。その結果を表25に示した。A6号、A580号、A888号から子実体の発生は、認められなかった。しかしA580号では、菌床表面の被膜の状態が良く、培地自体も硬く仕上がっていた。子実体の発生は見られなかったものの、培地形成に関しては、優良な遺伝子を持っている可能性が高いと考えられた。一方、3品種（A567号、A817号、A221号）から子実体の発生が認められた。培地の状態は、A817号、A221号とも被膜の状態が悪かった。A567号は、供試した6品種の中で最も良くA580号と共に被膜形成に関して、優良な遺伝子を持っていると考えられる。

発生した子実体の形質についてまとめたのが表26である。A567号は培地の上半分から発生し、菌傘の特徴は褐色、硬い肉質で形態は奇形、菌柄、菌褶、鱗片に優良形質は見られなかった。A817号は培地全体から発生が見られたものの、奇形子実体（ボウズ）が多く見られた。菌傘の特徴は淡褐色、スポンジ状の肉質で肉厚、菌柄は白く、その他の部位で優良形質は見られなかった。A221号の特徴は、菌傘が淡褐色、短く白い菌柄、菌褶も密に並び、きれいであった。

「株式会社富士種菌」

販売されている3品種について菌床栽培特性を調査した（表27、28）。F312号は発生が見られなかった。培地の状態も特徴がなく、菌床栽培での優良形質は見出せなかった。一方、F407号とF501号は、子実体発生が見られ、培地の状態、特にF407号は被膜形成に関して優良遺伝子を持っていると考えられた。

発生した子実体の形質について、F407号は菌傘に特徴があり、濃褐色でやや硬く平型になる傾向にあり、他の部位に関しては際だった特徴は見られなかった。F501号は培地中央部からの発生が目立ち、菌傘の肉質が硬く、その形態も饅頭型であった。

「菌興椎茸共同組合」

販売されている18品種について菌床栽培特性を調査した（表29）。135号、101号、169号、170号、245号、280号、368号、358号、692号、695号、697号、610号の12品種で子実体の発生は見られなかった。一方、6品種（115号、141号、241号、248号、690号、535号）から子実体の発生が認められた。被膜形成に関しては、241号、690号、535号で良く、培地の硬さや被膜形成を含めた培地の仕上がりに具合は、241号と690号で、菌床シイタケ品種として販売されているものと同等の仕上がりであった。

表25 市販菌床シイタケ適応試験 (株式会社秋山種菌研究所)

1 菌床当たり					培地の状態			
発生個数	発生量	一個重	M級以上比	発生率	発生状況	被膜の状態	分解水	培地の硬さ
総合評価								
A888	0.0	0.0	0.0	0.0		C	普通	普通
A580	0.0	0.0		0.0		B	多い	硬い
A567	0.9	26.7	30.0	66.7	培地上半分から発生	A	多い	軟らかい
A6	0.0	0.0		0.0		D	少ない	硬い
A817	0.4	15.0	33.8	33.3	培地全体から発生・坊主発生	C	普通	軟らかい
A221	0.7	14.4	21.7	66.7		D	少ない	硬い

表26 オガ粉培地から発生した子実体の形態 (株式会社秋山種菌研究所)

供試菌株	菌 傘			菌 柄			ヒダ	リンピ	総合評価
	色	形状	硬さ	長さ	色・毛	太さ			
A567	褐色	奇形	硬い	普通	有り・毛目立つ	普通	粗	周縁部目立つ	D
A817	淡褐色	肉厚	スポンジ状	普通	白い・毛目立つ	普通	普通	普通	D
A221	淡褐色	普通	軟らかい	短い	白い	普通	きれい	目立たない	C

表27 市販菌床シイタケ適応試験 (株式会社富士種菌)

1 菌床当たり					培地の状態			
発生個数	発生量	一個重	M級以上比	発生率	発生状況	被膜の状態	分解水	培地の硬さ
総合評価								
F312	0.0	0.0	0	0		C	少ない	普通
F407	0.2	6.7	30	22.2		A～B	普通	普通
F501	0.2	6.0	30	13.3	培地中央産から発生	B～C	少ない	普通

表28 オガ粉培地から発生した子実体の形態 (株式会社富士種菌)

供試菌株	菌 傘			菌 柄			ヒダ	リンピ	総合評価
	色	形状	硬さ	長さ	色・毛	太さ			
F312	淡褐色	変形	硬い	長い	毛目立つ	やや太い	普通	目立たない	D
F407	濃褐色	平型	やや硬い	普通	普通	普通	普通	周縁部目立つ	D
F501	褐色	まんじゅう型	硬い	普通	やや有り・毛目立つ	細い	ちりめん	周縁部目立つ	C

表29 市販菌床シイタケ適応試験 (菌興椎茸共同組合)

1 菌床当たり				培地の状態					総合評価
発生個数	発生量	一個重	M級以上比	発生率	発生状況	被膜の状態	分解水	培地の硬さ	
135	0.0			0		A	普通	普通	A
115	24.7	5.5	6.8	100	培地全体から発生	C	少ない	硬い	C
101	0.0			0		B	普通	硬い	B
141	5.7	14.4	47.1	100	培地全体から発生	D	少ない	普通	D
169	0.0			0		B	普通	普通	B
170	0.0			0		B	普通	普通	B
241	4.7	26.8	71.4	100	培地全体から発生・坊主発生	B	普通	硬い	B
245	0.0			0		C	少ない	普通	C
280	0.0			0		D	少ない	普通	D
248	7.0	15.2	61.9	100	培地全体から発生・坊主発生	D	少ない	普通	D
368	0.0			0		D	少ない	普通	D
358	0.0			0		D	多い	硬い	A
690	3.3	28.5	90.0	100	培地全体から発生・坊主発生	A	多い	硬い	A
692	0.0			0		B	普通	普通	B
695	0.0			0		B	多い	軟らかい	B
697	0.0			0		A	普通	普通	A
610	0.0			0		A	普通	硬い	A
535	5.3	13.4	50.0	100	培地全体から発生	A	少ない	普通	D

表30 オガ粉培地から発生した子実体の形態 (菌興椎茸共同組合)

供試菌株	傘		菌		柄		ヒダ	リンピ	総合評価
	菌色	形状	硬さ	長さ	色・毛	太さ			
115	褐色	円形	やや硬い	やや長い	やや有り	石づき部太い	ちりめん	全体に小さい	B
141	茶褐色	平型	硬い	普通	やや有り	普通	ちりめん	周縁部目立つ	A～B
241	褐色	巻き込み強い	肉厚	普通	やや有り・毛目立つ	普通	普通	周縁部目立つ	B
248	褐色	とんがり帽子状	やや硬い	やや長い	やや有り	太い	普通	全体に小さい目立つ	B
535	褐色	円形	やや硬い	やや長い	やや有り・毛目立つ	細い	ちりめん	周縁部綿毛状	B～C
690	茶褐色	やや平型	硬い	普通	やや有り・毛目立つ	普通	密	周縁部目立つ	A～B

表31 市販菌床シイタケ適応試験 (明治製菓株式会社)

	1 菌床当たり										培地の状態		
	発生個数		発生量		一個重	M級以上比	発生率	発生状況	被膜の状態		分解水	培地の硬さ	総合評価
	発生個数	発生量	発生個数	発生量									
9E-63	4.7	62.2	13.3	28.6	100.0	28.6	100.0	培地全体から発生・坊主発生	C	C	少ない	軟らかい	C
3V-58	0.0	0.0			0.0				C	C	普通	硬い	D
6V-1	34.8	142.2	4.1	8.3	55.6	8.3	55.6	培地全体から発生・坊主発生	A	A	多い	硬い	A
7V-7	42.8	248.9	5.8	7.3	100.0	7.3	100.0	培地全体から発生	A	A	多い	普通	A
1303W	63.7	283.9	4.5	8.4	100.0	8.4	100.0	培地全体から発生・坊主発生	B	B	普通	普通	B
5K-16	11.0	205.6	18.7	55.6	100.0	55.6	100.0	培地全体から発生・坊主発生	A	A	多い	普通	A
KV92	28.3	329.4	11.6	26.7	100.0	26.7	100.0	培地全体から発生	A	A	多い	硬い	A
728	7.9	37.8	4.8	5.6	11.1	5.6	11.1	培地全体から発生・坊主発生	B	B	普通	普通	B
908	0.0	0.0			0.0				B	B	少ない	普通	B
4M-10	3.1	66.7	21.5	82.1	55.6	82.1	55.6	培地上部から発生	D	D	少ない	硬い	D
90-5	0.1	1.7	15.0	0.0	10.0	0.0	10.0	坊主発生	B	B	普通	硬い	C
369	1.3	18.9	14.5	16.7	11.1	16.7	11.1	培地全体から発生	C	C	少ない	硬い	C
9K-4	3.9	87.2	22.4	54.3	44.4	54.3	44.4	培地下部から発生	A	A	普通	普通	A
5K-23	61.8	523.3	8.5	20.5	100.0	20.5	100.0	培地全体から発生・坊主発生	B	B	少ない	硬い	B
904	5.4	72.2	13.4	30.6	77.8	30.6	77.8	培地全体から発生・坊主発生	C	C	普通	普通	C

表32 オガ粉培地から発生した子実体の形態 (明治製菓株式会社)

供試菌株	傘		長さ	菌	柄	ヒダ	リンピ	総合評価
	菌色	形状						
9E-63	淡褐色	変形	長い	毛目立つ	やや太い	普通	目立たない	D
6V-1	濃褐色	平型	普通	普通	普通	普通	周縁部目立つ	D
7V-7	褐色	まんじゅう型	普通	やや有り・毛目立つ	細い	ちりめん	周縁部目立つ	C
1303W	褐色	巻き込み強い	やや長い	有り・毛目立つ	太い	密	周縁部目立つ	B〜D
5K-16	褐色	まんじゅう型	やや長い	やや有り・ピロード状	普通	普通	周縁部小さい	B
KV92	褐色	平型・巻き込み強い	やや長い	やや有り・やや毛目立つ	普通	密・ちりめん	周縁部目立つ	A
728	濃褐色	平型	やや長い	やや有り	やや細い	普通	周縁部小さい	C
4M-10	褐色	巻き込み強い	普通	やや有り・毛目立つ	普通	普通	周縁部目立つ	B
90-5								D
369	褐色	普通	普通	やや有り・ピロード状	普通	普通	全体に小さい	B
9K-4	褐色	まんじゅう型・巻き込み強い	普通	やや有り・ピロード状	普通	普通	目立たない	B
5K-23	褐色	まんじゅう型・巻き込み強い	普通	有り・毛目立つ	普通	密	全体に目立つ	B
904	褐色	変形	普通	やや有り	細い	粗	周縁部目立つ	C

発生した子実体の形質についてまとめたのが表30である。115号は培地全体から発生し、菌傘の特徴は褐色、やや硬い肉質で円形、菌柄、菌褶および鱗片に特徴は見られなかった。141号は培地全体から発生し、菌傘の特徴は茶褐色、硬い肉質で平型、菌柄、菌褶および鱗片に特徴は見られなかった。241号は培地全体から発生し奇形子実体（ボウズ）も認められ、菌傘の特徴は褐色、肉厚で巻き込みが強く、菌柄、菌褶および鱗片に特徴は見られなかった。

248号は培地全体から発生し奇形子実体（ボウズ）も認められ、菌傘の特徴は褐色、肉質はやや硬く天長が盛り上がった独特の形態で、菌柄は太く、菌褶および鱗片に際だった特徴は見られなかった。

535号は培地全体から発生し奇形子実体（ボウズ）も認められ、菌傘の特徴は褐色、肉質はやや硬く円形で、菌柄、菌褶および鱗片に際だった特徴は見られなかった。

690号は培地全体から発生し、菌傘の特徴は茶褐色、肉質は硬くやや平型で、菌褶は密で、菌柄および鱗片に際だった特徴は見られなかった。

「明治製菓株式会社」

販売されている15品種について菌床栽培特性を調査した（表31, 32）。3V-58号, 908号の2品種で子実体の発生は見られなかった。一方, 13品種（9E-63号, 6V-1号, 7V-7号, 1303W号, 5K-16号, KV92号, 728号, 4M-10号, 90-5号, 369号, 9K-4号, 5K-23号, 904号）から子実体の発生が認められた。被膜形成に関しては, 6V-1号, 7V-7号, 1303W号, 5K-16号, KV92号, 728号, 908号, 90-5号, 9K-4号, 5K-23号で良く, 培地の硬さや被膜形成を含めた培地の仕上がり具合は, 6V-1号, 7V-7号, 1303W号, 5K-16号, KV92号, 728号, 908号, 9K-4号, 5K-23号で, 菌床シイタケ品種として販売されているものと同等の仕上がりであった。

発生した子実体の形質についてまとめたのが表32である。優良形質をもった品種は, 1303W号, 5K-16号, KV92号, 9K-4号, 5K-23号の5品種で, 1303号は培地全体から発生し奇形子実体（ボウズ）も認められたが, 菌傘の特徴は褐色, スポンジ状の肉質で饅頭型, 菌褶は密で, 菌柄および鱗片に特徴は見られなかった。

5K-16号は培地全体から発生し奇形子実体（ボウズ）も認められ, 菌傘の特徴は褐色, 硬く肉質で饅頭型, 菌柄, 菌褶および鱗片に特徴は見られなかった。

KV-92号は培地全体から発生し, 菌傘の特徴は褐色, 肉質はやや硬く平型, 巻き込みが強く, 菌褶は密でちりめん状, 菌柄および鱗片に際だった特徴は見られなかった。

9K-4号は培地下部から発生し, 菌傘の特徴は褐色, 饅頭型で巻き込みが強く, 菌柄, 菌褶および鱗片に際だった特徴は見られなかった。

5K-23号は培地全体から発生し奇形子実体（ボウズ）も認められ, 菌傘の特徴は褐色, 肉質は硬くやや平型で, 菌褶は密で, 菌柄および鱗片に際だった特徴は見られなかった。

「外国産品種」

S600 (Royal Champignon Co.), Krefeld株 (Krefeld研究所), 4065株 (Amysel Co.), 台湾 6



写真5 外国産菌床シイタケの子実体発生（品種：アモイ）

号（カリフォルニア栽培品種）、Cr-02, Cr-04（三明真菌研究所）、#6, #11（フィリピン・ルソン島野生株）について、菌床および原木栽培での栽培特性について調査した（写真5）。

#6, #11（フィリピン・ルソン島野生株）の2菌株を除いて、子実体の発生が認められた。いずれの品種も発生した子実体が小型で、菌傘色は薄い茶褐色であった。被膜形成に関しては、優良な品種は認められなかった。原木栽培での生理的特性は、そのほとんどが高温性品種であった。さらに、基本栄養生長期間も日本産の品種と異なり短い点が共通の特徴であった。シイタケ栽培は、世界中で行われており、培地基材や栽培形態も異なっている²⁷⁾。上記の販売品種は各地域で選抜され、そこでの環境や栽培方法に適した系統が品種になったと考えられ、ここで実施した栽培方法は外国産品種にとって最適な条件ではない。一方、国内で品種登録されているもので、外国産の野生種が用いられているのは、菌興535号でパプア・ニューギニア産の野生種が交配親とされている。小松らは、ボルネオ産のシイタケ1核菌糸体と日本産シイタケの1核菌糸体との交雑で和合性を示し、子実体を形成させた²⁰⁾。また、森らのグループも日本産とパプア・ニューギニア及び台湾産シイタケを交配させ、菌糸生長と子実体の形態について報告している²⁹⁾。以前は、Peglerによって、日本、タイ、ネパール、ボルネオ、パプア・ニューギニア及びニュージーランド産シイタケは、3種の独立した種であるとされていたが下村らによる交配和合性試験により、同一種であり地理的変異型であることが明らかにされた³⁷⁾。日本の野生種以外に新たな育種素材として、外国産の遺伝子を取り込むことも必要であり、今後の課題でもある。

（2）子実体の自然発生時期

「（3）子実体の自然発生時期の調査」と同様に品種の発生時期に関する特性を、発生時期、発生温度および発生型で表すこととした。また、品種によって発生最盛期となる年度が異なるため、今回供試した品種全てが最盛期を迎える3年目あるいは4年目の数値を示した。

「株式会社秋山種菌研究所」

・秋山A-580号：主な発生時期は図6-1に示すとおり，秋田においては4月中旬～5月下旬，9月上旬～11月下旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は6.8～16.6℃の範囲にあり，秋季は5.7～22.1℃で，両者を合わせた5.7～22.1℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，秋春型，中高温性（10～25℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，中温性，分散発生型の品種といえることができる。

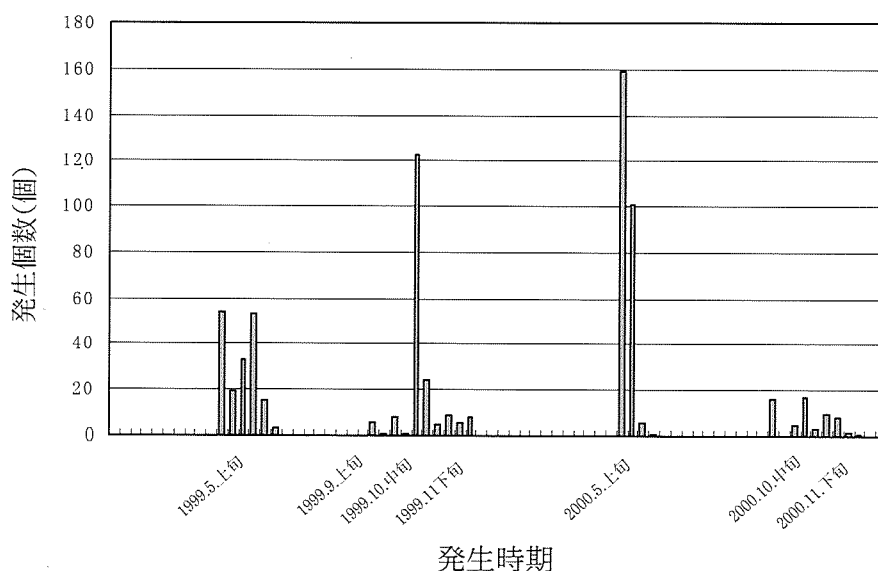


図6-1 秋山A580号の自然発生時期

・秋山A-817号：主な発生時期は図6-2に示すとおり，秋田においては4月下旬～5月下旬，9月上旬～10月下旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は12.2～14.6℃の範囲にあり，秋季は16.2～22.1℃で，両者を合わせた12.2～22.1℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，夏秋型，中高温性（10～25℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，中温性，分散発生型の品種といえることができる。

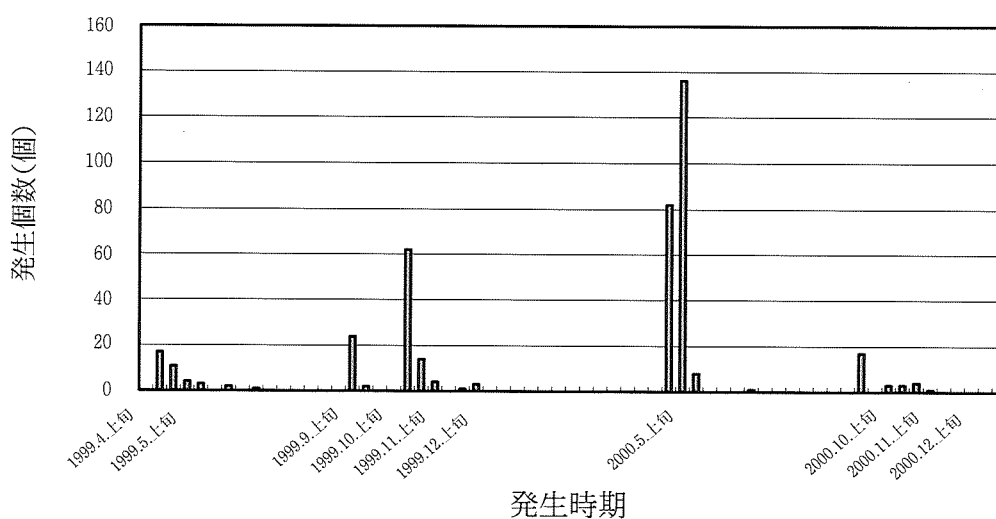


図6-2 秋山A817号の自然発生時期

「株式会社富士種菌」

・富士F-501号：主な発生時期は図7に示すとおり，秋田においては5月上旬～5月下旬，10月中旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は13.8～14.6℃の範囲にあり，秋季は11.8～15.8℃で，両者を合わせた11.8～15.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，夏秋型，中高温性（10～25℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，中温性，分散発生型の品種とすることができる。

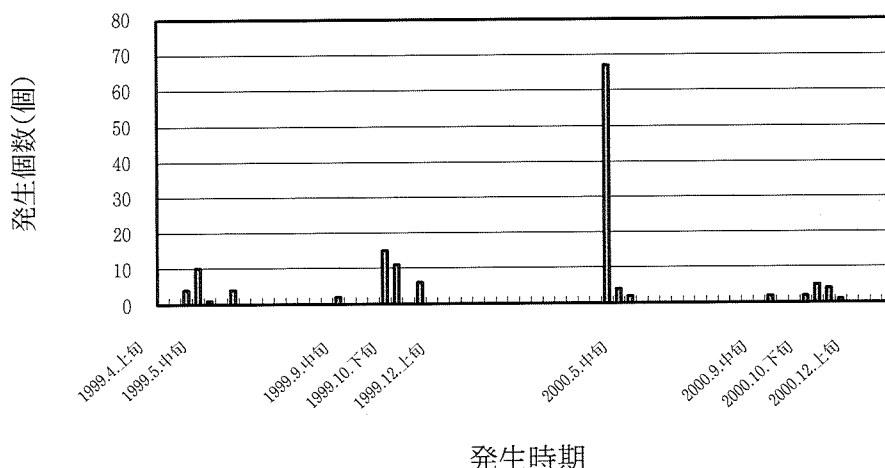


図7 富士F501号の自然発生時期

「菌興椎茸共同組合」

・菌興101号：主な発生時期は図8-1に示すとおり，秋田においては4月中旬～6月中旬であり，春季に発生する。発生温度は，6.8～16.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，冬春型，低中温性（8～16℃）であったが，調査の結果，本系統は春型，低中温性，集中発生型の品種とすることができる。

・菌興115号：主な発生時期は図8-2に示すとおり，秋田においては4月中旬～5月下旬であり，春季に発生する。発生温度は，6.8～14.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，冬春型，低中温性（8～16℃）であったが，調査の結果，本系統は春型，低中温性，集中発生型の品種とすることができる。

・菌興135号：主な発生時期は図8-3に示すとおり，秋田においては4月中旬～6月上旬であり，春季に発生する。発生温度は，6.8～16.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，春型，低温性（7～15℃）であったが，調査の結果，本系統は春型，低中温性，集中発生型の品種とすることができる。

・菌興141号：主な発生時期は図8-4に示すとおり，秋田においては4月中旬～5月下旬，11月上旬～12月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は6.8～14.6℃の範囲にあり，秋季は5.5～11.8℃で，両者を合わせた5.5～14.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，冬春型，低中温性（8～16℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，低中温性，分散発生型の品種とすることができる。

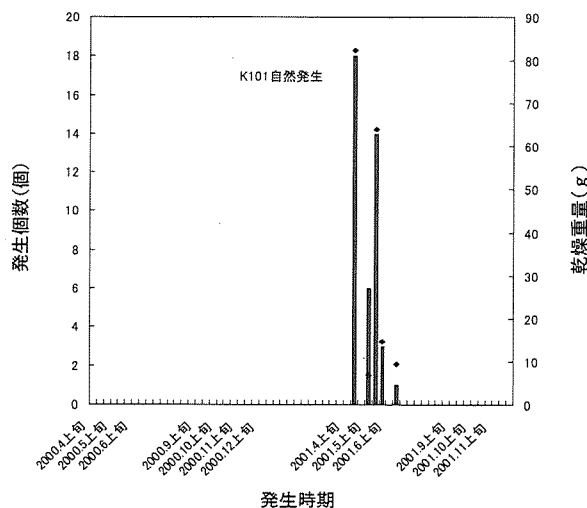


図 8 - 1 菌興101号の自然発生時期

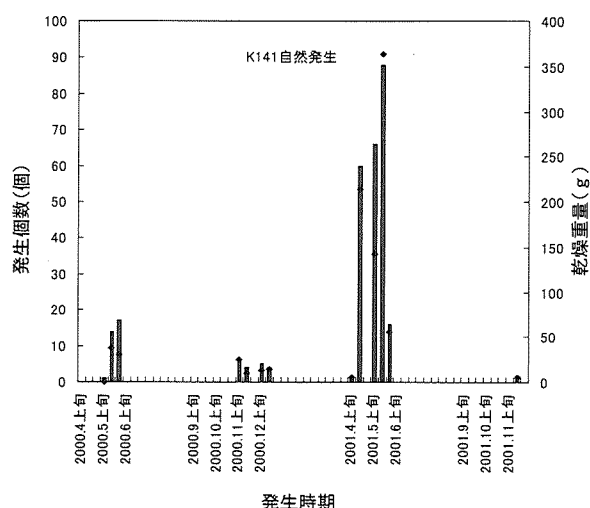


図 8 - 4 菌興141号の自然発生時期

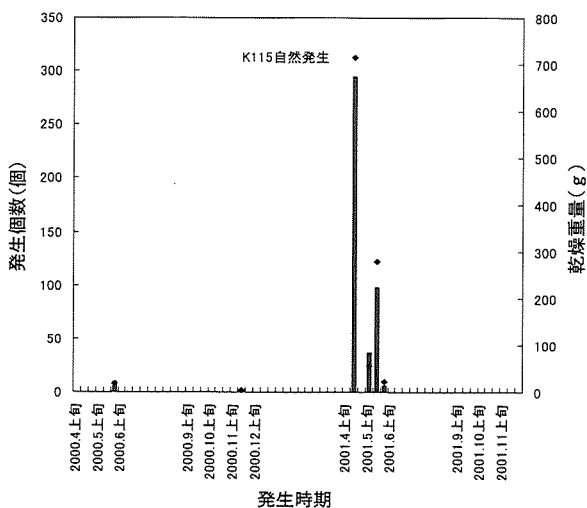


図 8 - 2 菌興115号の自然発生時期

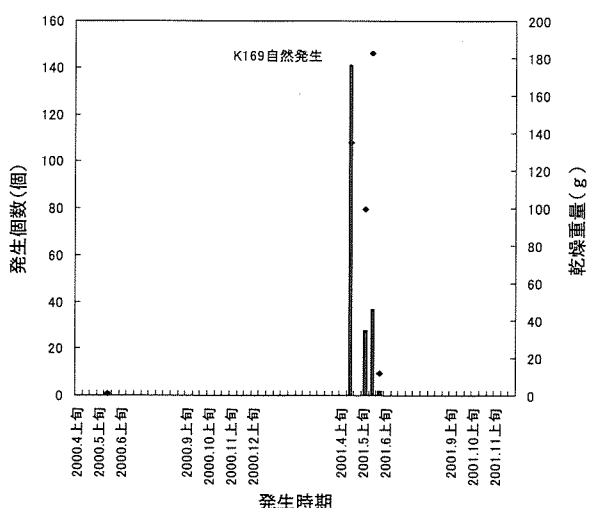


図 8 - 5 菌興169号の自然発生時期

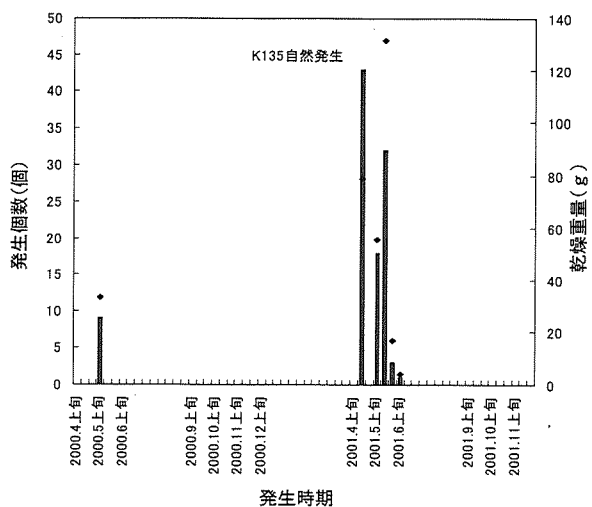


図 8 - 3 菌興135号の自然発生時期

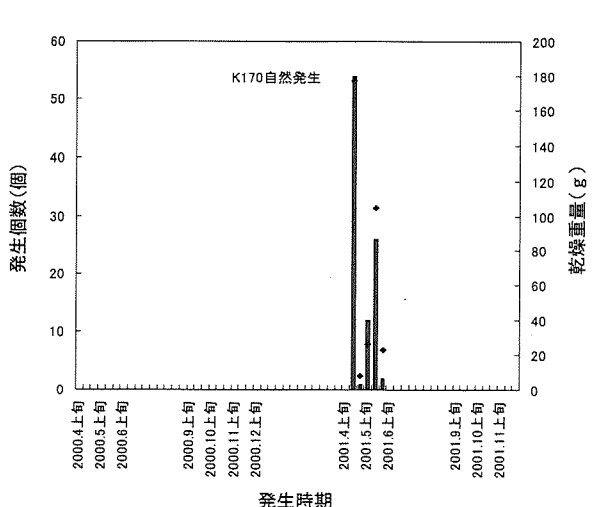


図 8 - 6 菌興170号の自然発生時期

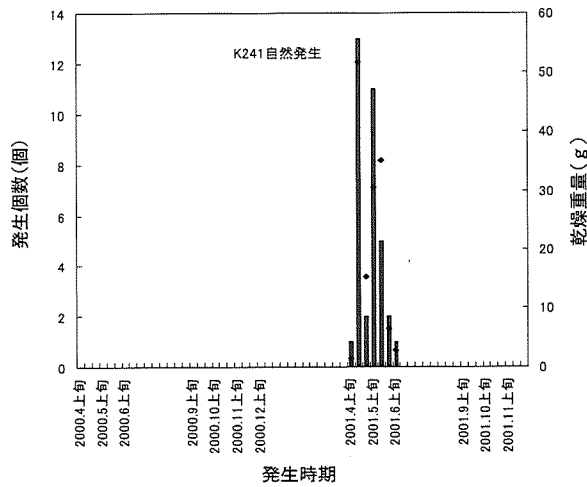


図 8 - 7 菌興241号の自然発生時期

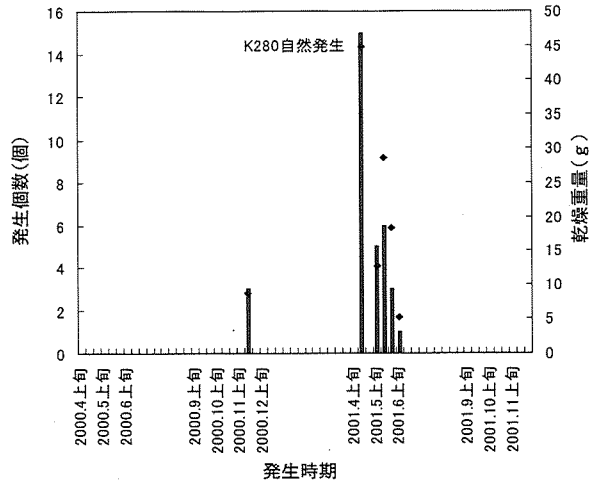


図 8 - 10 菌興280号の自然発生時期

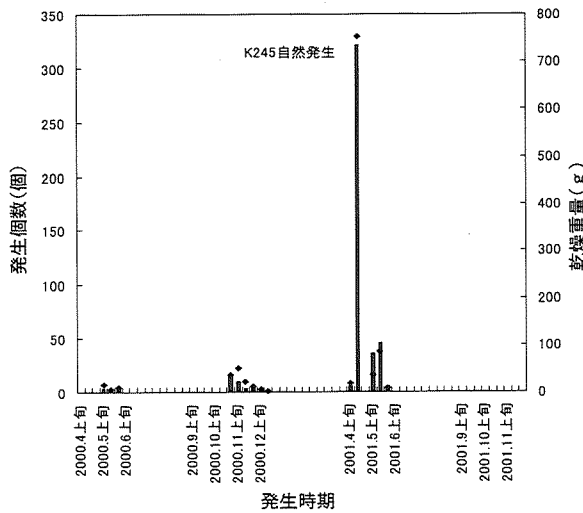


図 8 - 8 菌興245号の自然発生時期

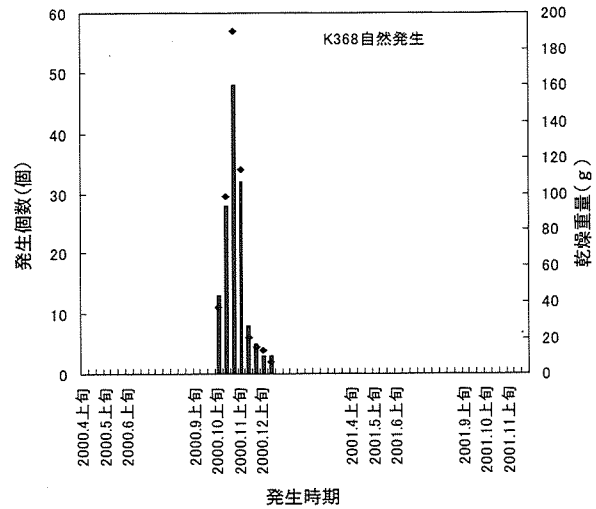


図 8 - 11 菌興368号の自然発生時期

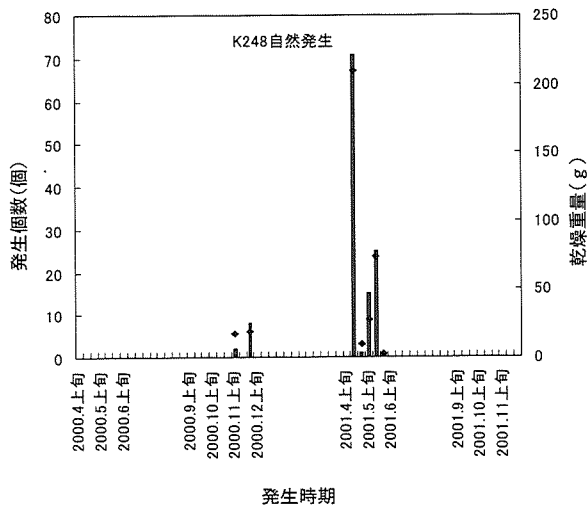


図 8 - 9 菌興248号の自然発生時期

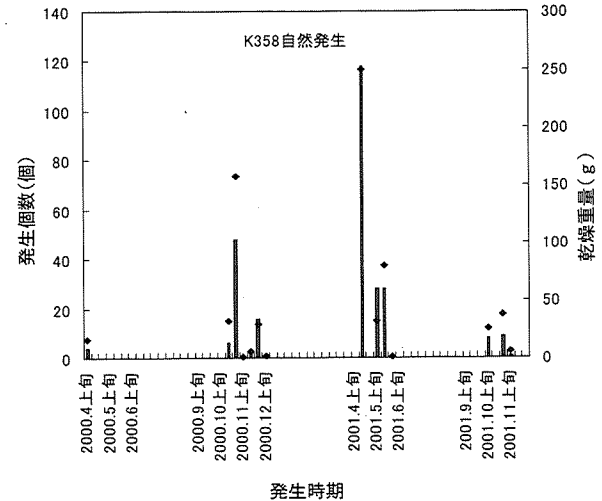


図 8 - 12 菌興358号の自然発生時期

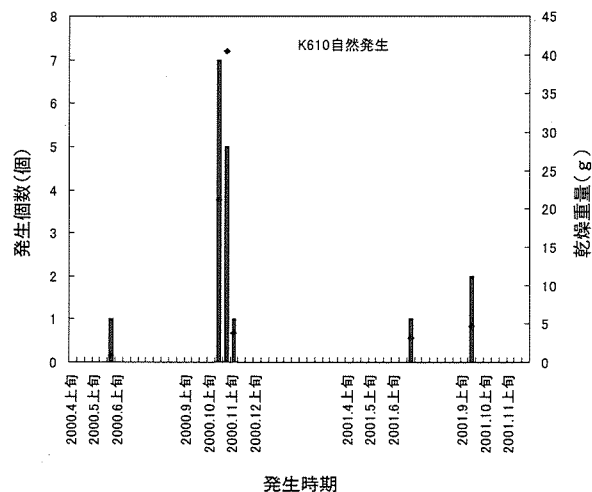


図 8 - 13 菌興610号の自然発生時期

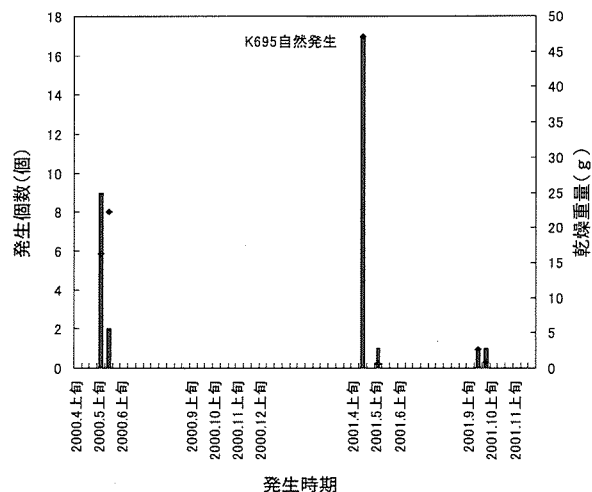


図 8 - 16 菌興695号の自然発生時期

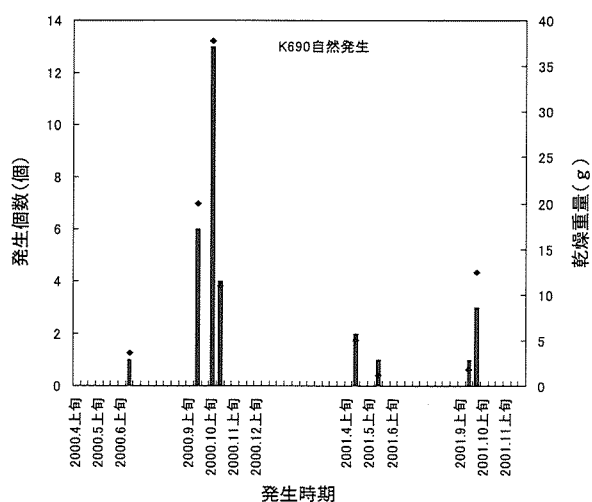


図 8 - 14 菌興690号の自然発生時期

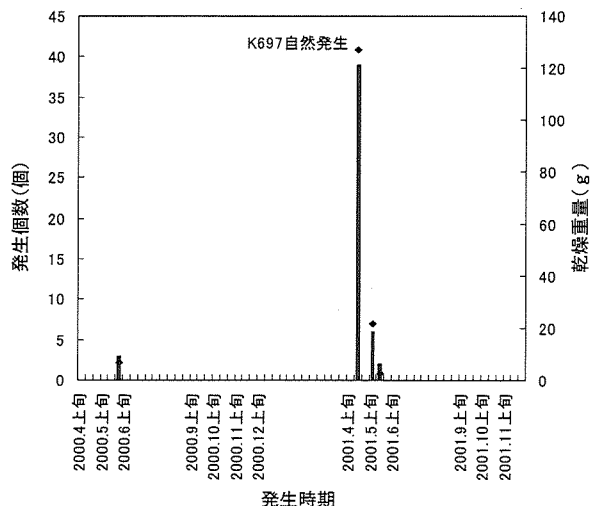


図 8 - 17 菌興697号の自然発生時期

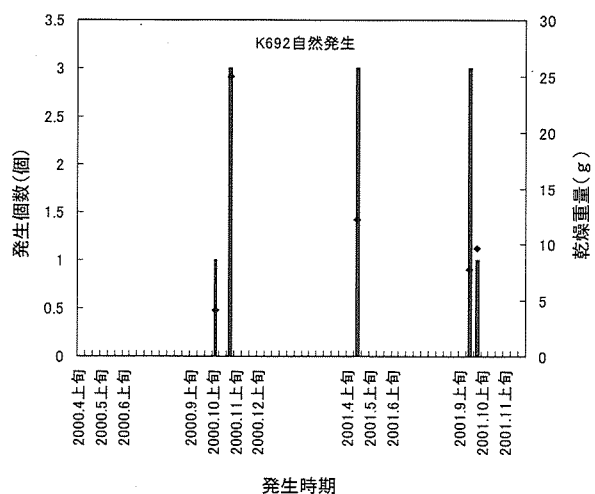


図 8 - 15 菌興692号の自然発生時期

・菌興169号：主な発生時期は図8-5に示すとおり、秋田においては4月中旬～5月上旬であり、春季に発生する。発生温度は、6.8～13.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、冬春型、低中温性（8～16℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・菌興170号：主な発生時期は図8-6に示すとおり、秋田においては4月中旬～5月上旬であり、春季に発生する。発生温度は、6.8～12.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、冬春型、低中温性（8～16℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・菌興241号：主な発生時期は図8-7に示すとおり、秋田においては4月中旬～6月上旬であり、春季に発生する。発生温度は、7.2～15.3℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中低温性（8～16℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・菌興245号：主な発生時期は図8-8に示すとおり、秋田においては4月上旬～5月中旬、10月下旬～12月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は、4.4～12.8℃の範囲にあり、秋季は5.5～13.2℃で、両者を合わせた4.4～13.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中低温性（10～15℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・菌興248号：主な発生時期は図8-9に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月上旬、11月中旬～12月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は、11.0～15.3℃の範囲にあり、秋季は5.5～9.6℃で、両者を合わせた5.5～15.3℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中低温性（8～18℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・菌興280号：主な発生時期は図8-10に示すとおり、秋田においては4月下旬～6月下旬、11月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は、9.0～18.6℃の範囲にあり、秋季は7.2℃で、両者を合わせた7.2～18.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中低温性（8～18℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・菌興368号：主な発生時期は図8-11に示すとおり、秋田においては10月上旬～12月中旬であり、秋季に発生する。発生温度は、4.0～17.4℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中温性（8～20℃）であったが、調査の結果、本系統は秋型、低中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・菌興358号：主な発生時期は図8-12に示すとおり、秋田においては4月下旬～5月中旬、10月下旬～12月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は、9.0～12.8℃の範囲にあり、秋季は5.5～13.2℃で両者を合わせた5.5～13.2℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型、中低温性（8～20℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、低中温性、分散発生型の品

種とすることができる。

・菌興610号：主な発生時期は図8-13に示すとおり，秋田においては6月上旬，10月中旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は，15.3℃であり，秋季は11.4～15.0℃で両者を合わせた11.4～15.3℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，初夏・秋型，中高温性（13～20℃）であったが，調査の結果，本系統は夏秋型，中温性，分散発生型の品種とすることができる。

・菌興690号：主な発生時期は図8-14に示すとおり，秋田においては4月中旬～5月中旬，9月中旬～10月下旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は，7.2～12.8℃の範囲にあり，秋季は13.2～21.8℃で両者を合わせた7.2～21.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，夏秋型，高中温性（13～23℃）であったが，調査の結果，本系統は春夏型，中温性，分散発生型の品種とすることができる。

・菌興692号：主な発生時期は図8-15に示すとおり，秋田においては5月上旬，10月中旬～11月中旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は，11.0℃であり，秋季は9.6～15.0℃で両者を合わせた9.6～15.0℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，周年型，高中温性（13～22℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，中温性，分散発生型の品種とすることができる。

・菌興695号：主な発生時期は図8-16に示すとおり，秋田においては4月下旬～5月中旬であり，春季に発生する。発生温度は，9.0～15.3℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，周年型，高中温性（13～22℃）であったが，調査の結果，本系統は春型，中温性，集中発生型の品種とすることができる。

・菌興697号：主な発生時期は図8-17に示すとおり，秋田においては4月中旬～5月下旬であり，春季に発生する。発生温度は，7.2～14.3℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，周年型，高中温性（13～22℃）であったが，調査の結果，本系統は春型，低中温性，集中発生型の品種とすることができる。

「明治製菓株式会社」

明治904号：主な発生時期は図9-1に示すとおり，秋田においては10月下旬～12月中旬であり，秋季に発生する。発生温度は，4.0～13.2℃の範囲と考えられる。メーカー発表資料では，春秋型，低温性（7～20℃）であったが，調査の結果，本系統は秋型，低中温性，集中発生型の品種とすることができる。

・JMS 7L-5号：主な発生時期は図9-2に示すとおり，秋田においては5月上旬～6月上旬，10月中旬～12月中旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は，11.0～15.3℃の範囲にあり，秋季は4.0～15.0℃で，両者を合わせた4.0～15.3℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，春秋型，低中温性（5～20℃）であったが，調査の結果，本系統は春秋型，低中温性，分散発生型の品種とすることができる。

・JMS 4M-10号：主な発生時期は図9-3に示すとおり，秋田においては10月中旬～12月中旬で

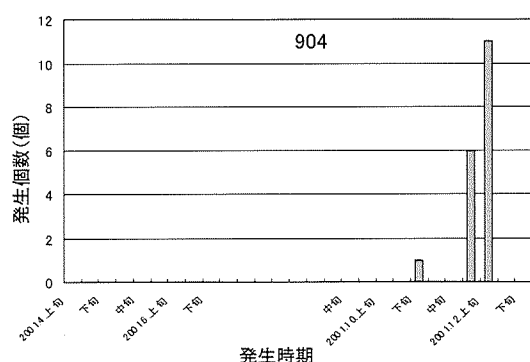


図 9 - 1 明治904号の自然発生時期

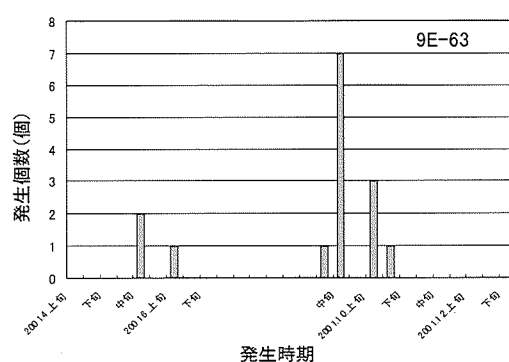


図 9 - 5 9E-63号の自然発生時期

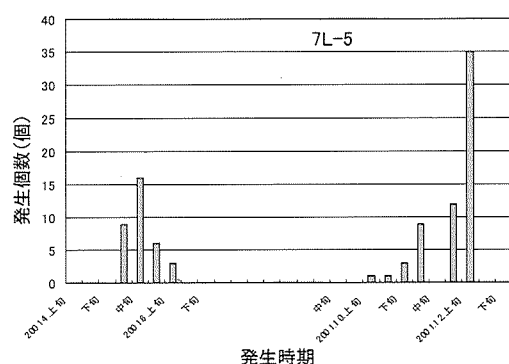


図 9 - 2 JMS7L-5号の自然発生時期

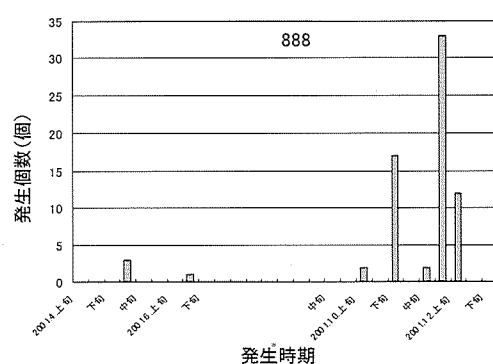


図 9 - 6 JMS888号の自然発生時期

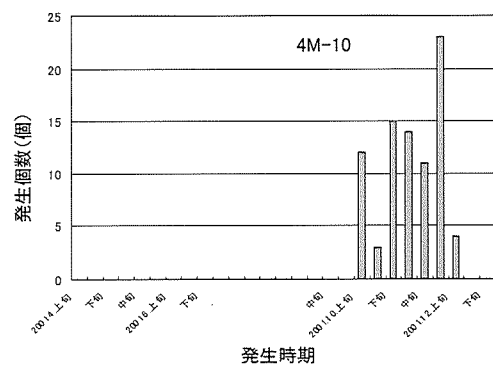


図 9 - 3 JMS4M-10号の自然発生時期

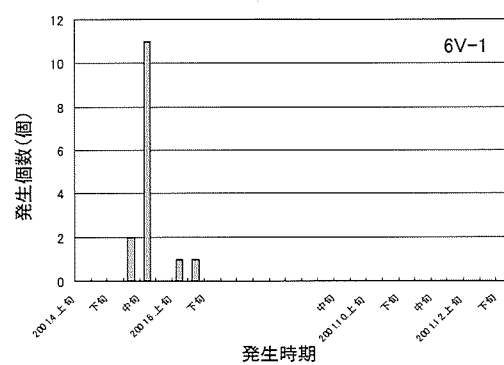


図 9 - 7 JMS6V-1号の自然発生時期

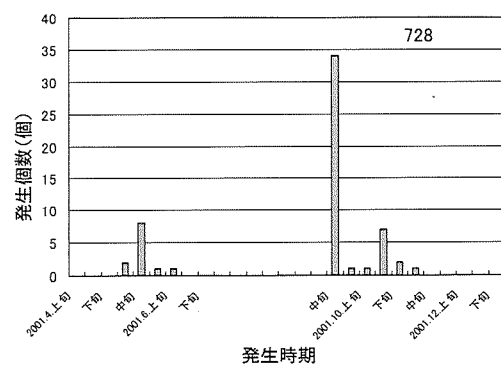


図 9 - 4 JMS728号の自然発生時期

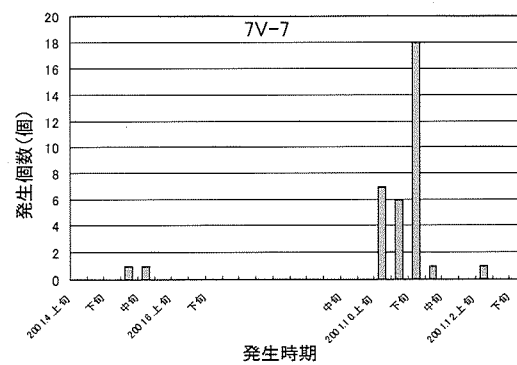


図 9 - 8 JMS7V-7号の自然発生時期

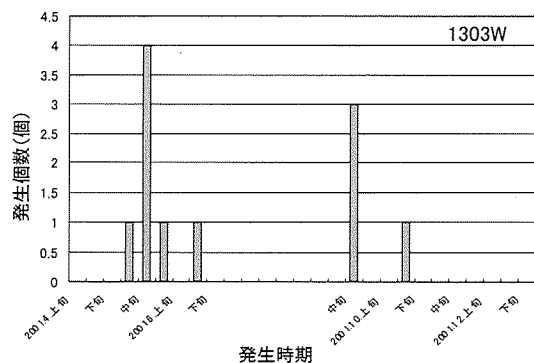


図 9 - 9 明治1303W号の自然発生時期

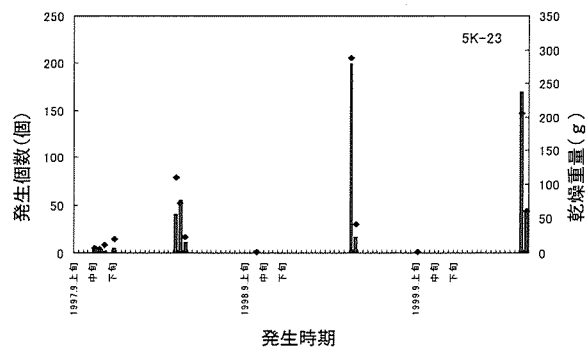


図 9 - 13 JMS5K-23の自然発生時期

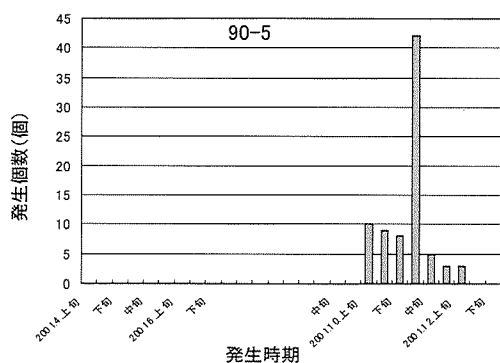


図 9 - 10 JMS90-5号の自然発生時期

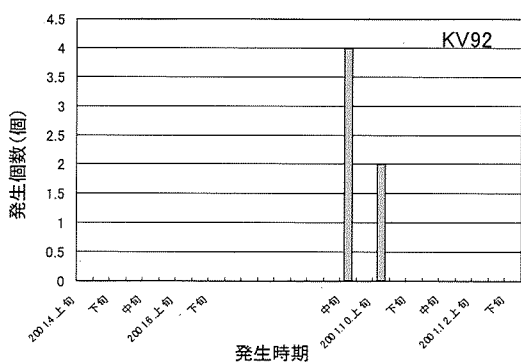


図 9 - 11 JMSKV92号の自然発生時期

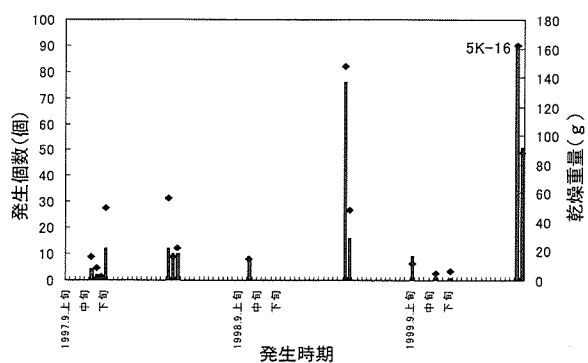


図 9 - 12 JMS5K-16号の自然発生時期

あり、秋季に発生する。発生温度は、4.0～15.0℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中温性（5～20℃）であったが、調査の結果、本系統は秋型、低中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・JMS 728号：主な発生時期は図9－4に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月上旬、9月下旬～11月中旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は11.0～15.3℃の範囲にあり、秋季は9.6～19.5℃で両者を合わせた9.6～19.5℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は秋春型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・9E-63号：主な発生時期は図9－5に示すとおり、秋田においては5月中旬～6月上旬、9月中旬～10月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は12.8～15.3℃の範囲にあり、秋季は13.2～21.8℃で両者を合わせた12.8～21.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は秋春型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・JMS 888号：主な発生時期は図9－6に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月中旬、10月中旬～12月中旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は11.0～17.6℃の範囲にあり、秋季は4.0～13.2℃で両者を合わせた4.0～17.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は秋春型、低中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・JMS 6V-1号：主な発生時期は図9－7に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月中旬であり、春季に発生する。発生温度は、11.0～17.6℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は春型、中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・JMS 7V-7号：主な発生時期は図9－8に示すとおり、秋田においては5月上旬～5月中旬、10月中旬～11月中旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は11.0～12.8℃の範囲にあり、秋季は9.6～15.0℃で両者を合わせた9.6～15.0℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は秋春型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・明治1303W号：主な発生時期は図9－9に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月中旬、9月下旬～10月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は11.0～17.6℃の範囲にあり、秋季は13.2～19.5℃で両者を合わせた11.0～19.5℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、中高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

・JMS 90-5号：主な発生時期は図9－10に示すとおり、秋田においては10月中旬～12月上旬であり、秋季に発生する。発生温度は、5.5～15.0℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、中低温性（7～20℃）であったが、調査の結果、本系統は秋型、低中温性、集中発生型の品種という

ことができる。

・JMS KV92号：主な発生時期は図9-11に示すとおり、秋田においては9月下旬～10月中旬であり、秋季に発生する。発生温度は、15.0～19.5℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は秋型、中温性、集中発生型の品種とすることができる。

・JMS 5K-16号：主な発生時期は図9-12に示すとおり、秋田においては4月中旬～5月上旬、9月上旬～11月下旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は7.2～11.0℃の範囲にあり、秋季は7.2～23.7℃で両者を合わせた7.2～23.7℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、秋春型、中高温性（10～28℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、中高温性、分散発生型の品種とすることができる。

・JMS 5K-23号：主な発生時期は図9-13に示すとおり、秋田においては4月中旬～5月上旬であり、春季に発生する。発生温度は、7.2～11.0℃と考えられる。メーカー発表資料では、周年型、中温性であったが、調査の結果、本系統は春型、低中温性、集中発生型の品種とすることができる。

「森産業株式会社」

・森436号：主な発生時期は図10-1に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月中旬、9月中旬～11月中旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は11.0～17.6℃の範囲にあり、秋季は9.6～21.8℃で両者を合わせた9.6～21.8℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、春秋型・秋冬型、中高温性（7～22℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

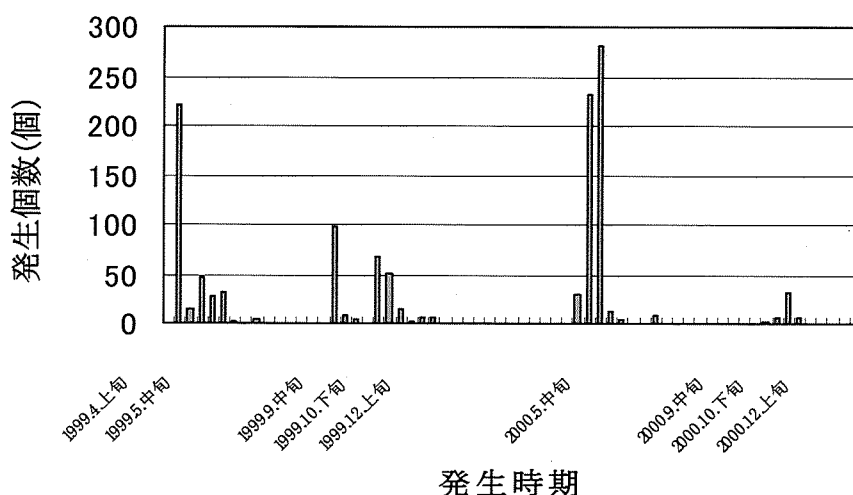


図10-1 森436号の自然発生時期

・森602号：主な発生時期は図10-2に示すとおり、秋田においては5月上旬～6月中旬、9月下旬～11月上旬であり、春季と秋季に発生する。発生温度は、春季は11.0～17.6℃の範囲にあり、秋季は11.4～19.5℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では、周年型、中高温性（12～24℃）であったが、調査の結果、本系統は春秋型、中温性、分散発生型の品種とすることができる。

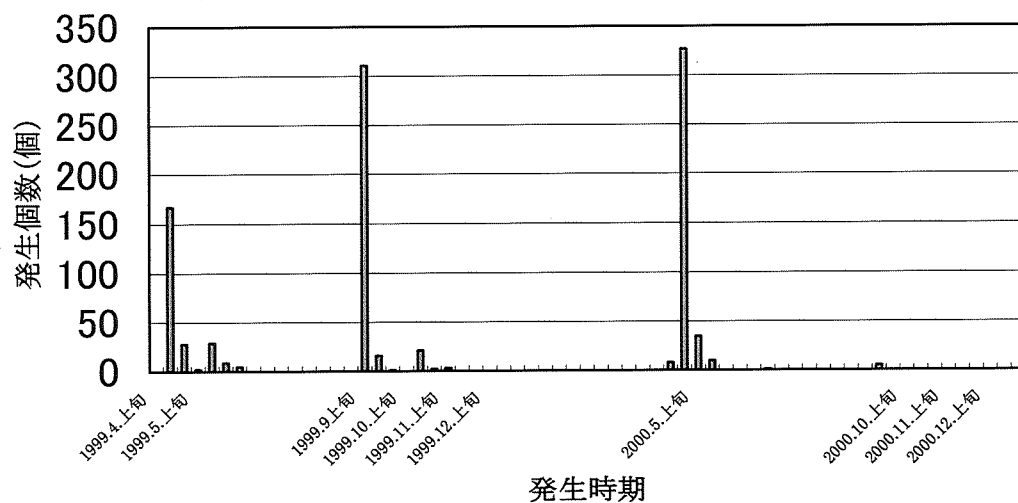


図10-2 森602号の自然発生時期

・森763号：主な発生時期は図10-3に示すとおり，秋田においては5月上旬～6月下旬，9月下旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は11.0～18.6℃の範囲にあり，秋季は11.4～19.5℃で，両者を合わせた11.0～19.5℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，夏秋型，中高温性（12～26℃）であったが，調査の結果，本系統は秋春型，中温性，やや集中発生型の品種といえることができる。

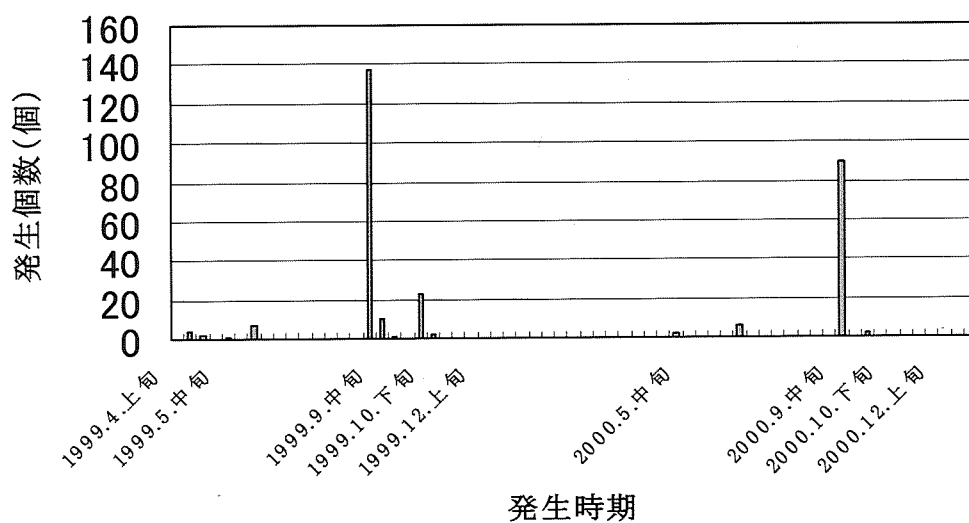


図10-3 森763号の自然発生時期

「北研株式会社」

・北研62号：主な発生時期は図11－1に示すとおり，秋田においては5月上旬～6月上旬，9月下旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は11.0～15.3℃の範囲にあり，秋季は11.4～19.5℃で，両者を合わせた11.0～19.5℃が発生温度と考えられる。メーカー発表資料では，秋春型，中高温性（10～23℃）であったが，調査の結果，本系統は秋春型，中温性，分散発生型の品種といえることができる。

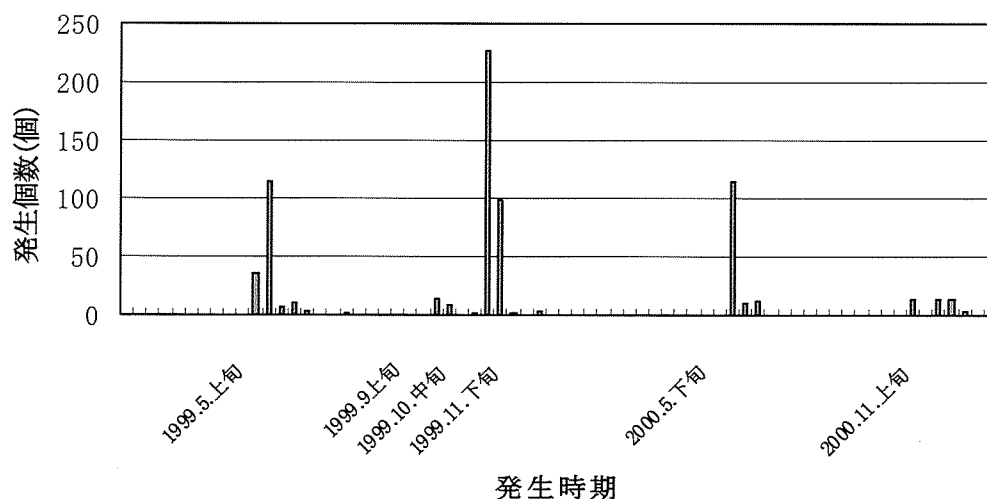


図11－1 北研62号の自然発生時期

・北研70号：主な発生時期は図11－2に示すとおり，秋田においては5月上旬，9月下旬～11月上旬であり，春季と秋季に発生する。発生温度は，春季は11.0℃の付近にあり，秋季は11.4～19.5℃で，両者を合わせた11.0～19.5℃が発生温度と考えられる。調査の結果，本系統は秋春型，中温性，分散発生型の品種といえることができる。

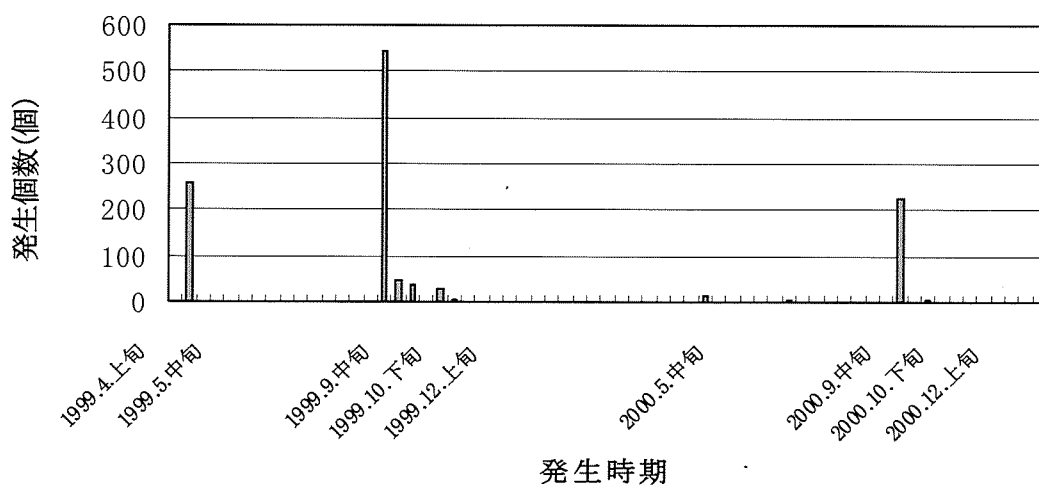


図11－2 北研70号の自然発生時期

・北研606号：主な発生時期は図11-3に示すとおり、秋田においては9月上旬～11月上旬であり、秋季に発生する。発生温度は、11.4～23.7℃と考えられる。メーカー発表資料では、夏秋型、高温性であったが、調査の結果、本系統は秋型、中高温性、集中発生型の品種といえることができる。

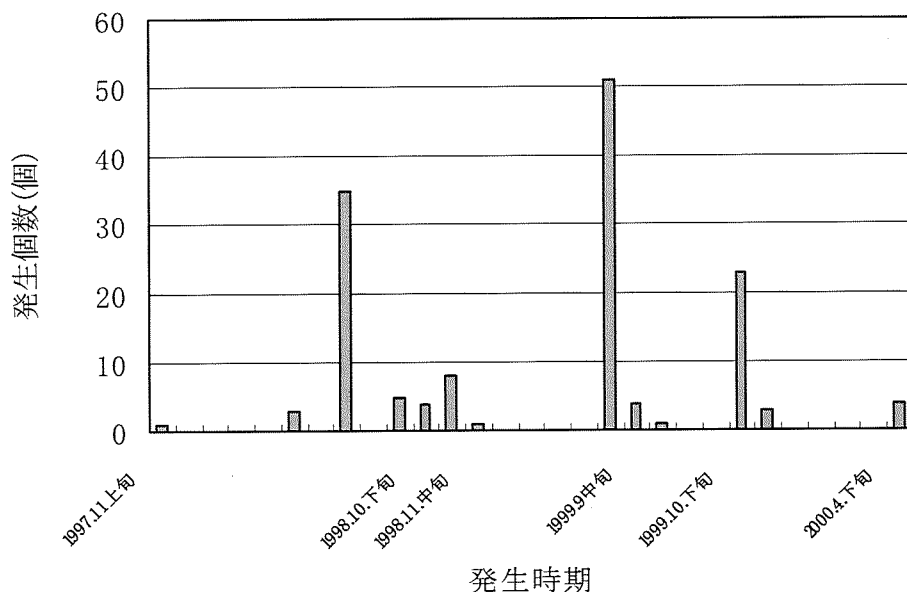


図11-3 北研606号の自然発生時期

本研究は、菌床栽培用シイタケ優良品種作出を目的として、育種の基礎となる栽培特性や交配母本を調査し、実際の育種の観点から目的形質の遺伝性について検討を行った。市販シイタケ菌は、過去に交配母本として用いられ多くの優良品種を出しており、優良遺伝子を持っていると考えられる。そこで、平成7年当時に販売されていた菌床用市販品種について生理的特性および栽培特性について調査した。市販シイタケ菌株の栽培特性に関して、同一菌株を異なる地域で試験栽培を行った場合、発生型や発生温度が異なることが確認された。気候が異なると、シイタケの原基形成時期や水分環境も異なるため(22)、メーカー発表の特性と異なった結果が導かれたと考えられる。今回得られた知見は、秋田県でのシイタケ菌床・原木栽培を行う際の品種選択指標として活用でき、利用されることを期待している。

育種目標に沿った交配母本を選定し交雑育種を行った結果、交配母本として特徴のある8品種を選定し、10組み合わせの交雑により、635系統を作出した。選抜育種の第一段階として行った試験管選抜の結果に基づき635系統の中から選び出した262系統について引き続いて原種菌選抜を実施した。原種菌選抜では、154系統が選ばれ、同じ交配の細胞質の異なる正逆交配で得られた系統を加えた308系統について1次選抜試験を行った。各選抜を経て、最終的に6系統が選ばれた。ここで選抜された6系統は、欠点もあり品種として完全なものではない。さらに、新たな目標の下で交雑育種を繰り返す必要がある。育種は、多大な労力と時間を要し、選抜過程の効率化を図ることが重要である。今回、1次選抜試験の前に試験管選抜と原種菌選抜を加えたが、この過程で約76%が処分され、発生操作を省略でき作業面での効率化が図れた。衣川は長野県純白エノキタケ品種中野JA育成過程において、統計手法を用いた効率的選抜方法について、詳細に記載している(18)。また、長谷部は、菌床栽培

における子実体発生温度と原木栽培における子実体発生温度型との関連性を比較し、原木栽培用高温型シイタケ品種を育成する際、全交配菌株の原木試験を行わず、菌床栽培での室内検定で高温型シイタケを選抜できることを示唆している(14)。さらに、安藤らは、液体培地を用いた菌床栽培用品種の選抜方法について、子実体形成に関する条件、発生温度と収量性について検討しており(3)、近い将来、液体培地を用いた選抜の可能性を示唆している。選抜過程において、被膜形成に関して優良遺伝子を持つ1核菌糸体の選抜が可能であり、良好な培地形成に皮膜形成能の高い1核菌糸体を用いた交配が有効であることが示唆された。1核菌糸体の選抜に関しては、長谷川も菌床栽培における早生型1核菌糸体の選抜が可能であることを報告している(14)。従って、被膜形成と早生系統に関しては、有用な遺伝子を保持した1核菌糸体選抜し、目的に沿った交配を行うことが可能である。また、選抜過程では、試験管選抜と原種菌選抜を取り入れることで、栽培試験を行わずに室内検定が可能である。原木栽培用品種育成を目的に選抜試験を行う際、栽培形態が異なる菌床栽培で短期間に生理的特性が把握できるなど、選抜育種を行う場合、種々の検定法を取り入れ、統計的手法を活用しながら多元的に選抜試験を行うことが可能となった。

細胞質が異なる正逆交雑で得られた系統間で、収量に差が認められた。量的形質はポリゾーンに支配され、細胞質遺伝の関与が示唆された。細胞質の中でも、特に片親遺伝するミトコンドリアに依存していると考えられる。ミトコンドリア内に存在している線状プラスミドも交配において片親遺伝することが知られている(9)。シイタケでは、この線状プラスミドが6種あることが知られている。また、自家交配は、収量性は低いが質的形成で優れた能力を持っている菌株が得られた際、収量性改善の有効的な手法であると考えられる。菌株の生理的特性である発生温度等を変え、形態的特性を維持したまま増収効果が期待できるため、栽培形態に係わらず品種育成に有効な育種法であると言える。主に量的形質の変異に関連していることから、核支配の遺伝子よりむしろミトコンドリア支配の遺伝子に強く影響を受けているものと考えられる。さらに、組織分離法は、植物で行われている枝変わり法と同様、シイタケにおいても量的形質や質的形質に関する収量性や*Trichoderma* 耐性に変異が認められた。この点については、プロトプラスト化による収量増加作用と同じ原理と考えられる。シイタケにおいて、プロトプラスト利用によるプロトクローンが、親株と比較して30～40%の収量増加が確認されている(8)。おそらく細胞質、特にミトコンドリアによる影響と考えられる。今後、交雑育種による新品種開発において、単なる交配組み合わせだけではなく、自家交配による収量性の改善、組織分離による量・質的形質の改善およびプロトクロンの作出など様々な手法を取り入れ、地域に適した品種を開発することが必要であろう。

育種の対象となる交配親に着目した場合、日本での野生種は、遺伝的に栽培種に犯され変異が小さくなっていることが時本らに指摘されている(40)。全国的にシイタケ栽培が普及し、栽培種の胞子が飛散することで野生種と交雑し、変異幅が小さくなったと考えられている。そこで新たな育種素材として、外国産シイタケを交配親として用いることを考えていく必要がある。特に、南方系のシイタケは、基本栄養生長期間が短く、高温系品種が多いことから、有用な遺伝資源といえる。短期間に栽培できるキノコ品種の育成が強く望まれ、その点でも基本栄養生長期間の短い南方系のキノコは時代に

要求された品種としての遺伝子を持っている。しかし、外国産、特に南方系品種は、日本で普及しているオガ粉を用いた栽培体系では、被膜を形成する前に子実体形成に移行する傾向がある。特に、被膜形成能力に関して、優良な遺伝子を持っている系統は少ないと考えられる。そこで、日本産品種との交配により、被膜形成能があり、早生系統の品種作出系が考えられ、今後取り組みたい交配系でもある。

今回は、菌床栽培用シイタケ優良品種作出を目的として市販シイタケ品種を対象に行ったが、個々の品種の量的形質、質的形質および栽培特性をデータベース化し、今後の育種に役立てたいと考えている。

引用文献

- (1) 安藤正武・堂園安生・温水竹則 (1960) シイタケ原木としてコナラとコジイの比較試験. 林業試験場研究報告124:101-104.
- (2) 安藤正武・温水竹則・日高忠利・久保田陽子 (1969) しいたけ各系統の生態および形態的特性. 林業試験場研究報告224:1-38.
- (3) Ando, M. (1974) Fruit-body formation of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. on the artificial media. *Mushroom Science* IV (part I)., The Mushroom Research Institute in Japan: 415-422.
- (4) Chang, S.T. and Miles, P.G. (1989) *Edible mushrooms and their cultivation*. CRC Press: 189-223.
- (5) Carlile, M.J. and Watkinson, S.C. (1996) *The Fungi*., ACADEMIC PRESS: 404-405.
- (6) Ellingboe, A.H. (1993) BREEDING FOR MUSHROOM PRODUCTION IN *LENTINULA EDODES*. *Genetics and Breeding of Edible Mushrooms*., Gordon and Breach Science Publishers: 111-123.
- (7) 福田正樹・時本景亮・坪井正知・西尾幸弘 (1987) シイタケ原木の形質とほだ木の腐朽度および子実体発生量の関係. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 25: 68-74.
- (8) Fukumasa-Nakai, Y., Matsumoto, T. and Komatsu, M. (1994) Fruiting body productivity of protoplast-derived clones in *Lentinula edodes*. *Mycoscience* 35: 137-139.
- (9) Fukumasa-Nakai, Y., Matsumoto, T. and Tokimoto, K. (1998) Detection and distribution of six linear mitochondrial plasmids in the shiitake mushroom, *Lentinula edodes*. *Mycoscience* 39: 123-134.
- (10) 古川久彦他 (1992) 菌床シイタケの栽培と経営. 179pp, 全国林業改良普及協会.
- (11) 古谷宏爾・西門義一 (1971) シイタケの1新優良品種「つき」について. *きのこ* 3 (3): 79-87.
- (12) 長谷部公三郎・有田郁夫・時本景亮・大平郁男 (1990) シイタケのほだ木栽培における子実体発生型の遺伝. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 28: 317-323.

- (13) 長谷部公三郎 (1991) シイタケの突然変異および農業形質に関する遺伝・育種学的研究.
Rept. Tottori Mycol Inst. 29 : 1-69.
- (14) 長谷部公三郎 (1999) ホダ木栽培における高温発生型シイタケ菌株の室内選抜の一方法.
Rept. Tottori Mycol Inst. 37 : 50-56.
- (15) 橋岡良夫・小松光雄・有田郁夫 (1961) 交雑によって得られたシイタケ子実体の形態学的ならびに生理学的形質. 菌蕈研究所研究報告 1 : 69-84.
- (16) 一ノ瀬幸久・竹内嘉江 (1994) きのこと栽培指導. 長野県 : 39-84.
- (17) Ito, T. (1978) Cultivation of *Lentinus edodes*. The biology and cultivation of edible mushrooms., Chang, S. T. and Hayes, W.A. ACADEMIC PRESS : 461-473.
- (18) 衣川堅二郎 (1990) きこの遺伝と育種. 築地書館 : 129-156.
- (19) 小松光雄・木村劫二 (1964) 帽菌類の異常子実体の研究IV. 菌蕈研究所研究報告 4 : 29-36.
- (20) 小松光雄・木村劫二 (1968) ボルネオ産シイタケの性. 菌蕈研究所研究報告 6 : 1-8.
- (21) 小松光雄・木村劫二 (1968) 帽菌類の異常子実体の研究Vシイタケの白色子実体. 菌蕈研究所研究報告 6 : 9-17.
- (22) 小松光雄・時本景亮 (1982) ほだ木上におけるシイタケの子実体原基形成におよぼす温度および水分の影響. Rept. Tottori Mycol Inst. 20 : 104-112.
- (23) 河合晃・柏木仁悦 (1968) シイタケ子実体の生長温度と収穫数量との関係. 菌蕈研究所研究報告 6 : 43-48.
- (24) 河村のり子・中村嘉宏・後藤正夫 (1980) シイタケ菌のヒポクレア・ムロイアナ菌に対する抵抗性と培地成分との関係. Rept. Tottori Mycol Inst. 18 : 205-216.
- (25) Matsumoto, T. and Kitamoto, Y. (1987) Induction of fruit-body formation by water-flooding treatment in sawdust cultures of *Lentinus edodes*. Trans. mycol. Soc. Japan 28 : 437-443.
- (26) Matsumoto, T. and Kitamoto, Y. (1988) Enhancement of respiration by water-flooding treatment for induction of fruiting in sawdust cultures of *Lentinus edodes*. Trans. mycol. Soc. Japan 29 : 265-270.
- (27) Miller, M.W. and Jong, S.C. (1987) Commercial cultivation of SHIITAKE in sawdust filled plastic bags. Cultivating edible fungi. Wuest, P. J., Royse, D. J. and Beelman, R. B., ELSEVIER : 421-426.
- (28) 森喜作 (1963) シイタケの研究. 94pp. 森食用菌蕈研究所.
- (29) Mori, K., Fukai, S. and Zennyoz, A. (1974) Hybridization of shii-ta-ke (*Lentinus edodes*) between cultivated strains of Japan and wild strains grown in Taiwan and New Guinea. Mushroom Science IV (part I), The Mushroom Research Institute in Japan : 391-403.
- (30) Mori, K. (1987) Cultivated mushrooms in Japan. Cultivating edible fungi. Wuest, P.

- J., Royse, D. J. and Beelman, R. B., ELSEVIER : 455-459.
- (31) 永井行夫・伊藤達次郎・西村鳩子 (1962) シイタケ各系統の発生量および生態的, 形態的特徴. 林業試験場研究報告147 : 79-117.
- (32) 中村克哉 (1983) シイタケ栽培の史的研究. 東宣出版. 453-470.
- (33) 中沢武・豊増哲郎 (1997) キノコの科学. 菅原龍幸編, 朝倉書店 : 28-33.
- (34) 温水竹則・安藤正武・堂園安生 (1959) シイタケ子実体の発生時期, 発生量および形態. 林業試験場研究報告116 : 27-56.
- (35) 温水竹則・安藤正武・堂園安生 (1960) シイタケの交雑 F 1 の発生量および形態. 林業試験場研究報告125 : 57-65.
- (36) 大森清寿 (2000) きのこと登録品種200. 全国食用きのこ種菌協会. 廣栄社 : 27-82.
- (37) Shimomura, N., Hasebe, K., Nakai-Fukumasa, Y. and Komathu, M. (1992) Intercompatibility between geographically distant strain of Shiitake. Rept. Tottori Mycol Inst. 30 : 26-29.
- (38) 竹内嘉江・小出博志 (1995) シイタケの菌床栽培技術の開発. 長野県林総セ研報 9 : 37-50.
- (39) 時本景亮・小松光雄・武丸恒雄 (1973) 日本のシイタケ自然集団における不和合性因子. Rept. Tottori Mycol Inst. 10 : 371-376.
- (40) Tokimoto, K. and Komatsu, M. (1978) Biological nature of *Lentinus edodes*. The biology and cultivation of edible mushrooms., Chang, S. T. and Hayes, W.A. ACADEMIC PRESS : 445-459.
- (41) 時本景亮・福政幸隆・松本晃幸・前川二太郎 (1998) トリコデルマ菌侵害に耐性を有するシイタケ菌株の選抜. 木材学会誌. 44(5) : 351-359.
- (42) 時本景亮 (1999) 2000年版きのこ年鑑. 農村文化社 : 80-85.
- (43) 鳥越茂・畑中政雄・塩見晋一 (1984) シイタケ害菌抵抗性菌系の選抜. 兵庫林試報. 26 : 15-23.
- (44) 山中勝次 (1991) きのこの基礎科学と最新技術 (きのこ技術研究会編集委員会編). 農村文化社 : 212-220.
- (45) 善如寺厚 (1991) きのこの基礎科学と最新技術 (きのこ技術研究会編集委員会編). 農村文化社 : 201-211.
- (46) 善如寺厚 (1992) きのこと学. 共立出版株式会社. : 158-181.

優良きのこ種菌の開発

Ⅱ. ヤナギタデ (*Persicaria hydropiper*) の含有する ポリゴジアルによる害菌防除について

菅 原 冬 樹

Development of superior strains for mushroom production in *Lentinula edodes*.

Ⅱ. Antifungal activities of polygodial (*Persicaria hydropiper*) against fungal contaminations

Fuyuki SUGAWARA

要 旨

人工キノコ栽培における害菌の防除方法として、人体に対する毒性が低く、安全性の高いものであることは勿論、害菌に対し強い殺菌力あるいは静菌力を示す薬剤が望まれている。殺菌剤としては、単に無害であるばかりでなく、キノコ類の菌糸の生育を高め、薬効性を付与した子実体生産を可能にする薬剤であるならば、キノコ栽培により大きい利益をもたらすこととなる。そこで本研究では、糸状菌や細菌類に特異的に抗菌作用を示すポリゴジアルによる害菌防除とポリゴジアルを含有するヤナギタデによるキノコ類の菌糸生育促進や増収効果の可能性を検討する目的として行った。きのこ菌床栽培で最も重要で問題となる害菌は、*Trichoderma* 属菌による汚染である。今回、ポリゴジアルで *Trichoderma* 属菌の菌糸生育および分生孢子発芽を40～80ppm、分生孢子形成を400ppmで抑制できることが確認できた。一方、シイタケ菌も20ppmで菌糸生育が抑制され、*Trichoderma* 属菌よりも低濃度で反応することが確認された。また、ポリゴジアルを含むヤナギタデ凍結乾燥粉末添加による菌床シイタケ栽培において、0.01%添加で害菌被害率の低下が認められた。

はじめに

きのこの人工栽培化により、効率化・集約化が図れる中であって、常に問題となるのは、微生物汚染である。近年、空調機器性能の向上と殺菌技術の改善により、微生物による被害は激減してきた。しかし、培地の殺菌不良による多種類の微生物汚染や、生産設備の不備による環境汚染により深刻な被害をもたらされる例も少なくない。

菌床栽培では、菌糸体を培養基に蔓延させ、熟成した菌床を育成することが重要である。しかし、菌床を育成する過程で、他の微生物による汚染によって子実体収量が減少したり、質的に不良な子実体が発生したりあるいは子実体が全く発生しないことがしばしばある。また、良好な菌床を育成しても、その後、発生した子実体に病気を起こさせるものも害菌の中に少なくない⁴⁾。このような害菌に起因する収量の減少あるいは質的低下を最小限に抑えることが、経営を安定化させ、収益性を向上さ

せる大きな要因となる。

一方、ヤナギタデ (*Persicaria hydropiper*) (写真1) には、ポリゴジアル (図1) という物質が含まれており、*Saccharomyces cerevisiae* 及び *Aspergillus niger* 等に特異的に抗菌性を発揮することが知られている⁵⁾。タデは、海岸などの多湿地帯に群生する1年生植物で、日本人には特に慣れ親しんできた植物である。例えば、鮎タデは、鮎の添え物として、また紅タデは刺身のツマとして用いられている。タデをかむと辛味を感じるが、その辛味成分がポリゴジアルで、タデの種類の中でも特にヤナギタデには多く含有されている。ポリゴジアルには、殺菌効果とともに抗発癌プロモーターとして活性を有することも確認されている⁹⁾。

そこで、人工キノコ栽培における害菌の防除方法として、ポリゴジアルによる防止対策を検討した。ここで望まれる殺菌剤としては、人体に対する毒性が低く、安全性の高いものであることは勿論、害菌に対し強い殺菌力あるいは静菌力を示し、一方では、担子菌類に対して殺菌、静菌作用を示さず、無害なものでなければならない。単に無害であるばかりでなく、キノコ類の菌糸の生育を高める薬剤であるならば、キノコ栽培により大きい利益をもたらすこととなる。本研究では、ポリゴジアルによる害菌防除とヤナギタデによるキノコ類の菌糸の生育を促進する可能性を検討する目的として行ったものである。

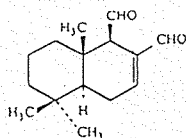


写真1 ヤナギタデ
(*Persicaria hydropiper*)

POLYGO DIAL

$C_{15}H_{22}O_2$ FW=234.34

[IR-(1 α ,4 α , β ,8 α)] -1,4,4 α ,5,6,7,8,8 α -Octahydro-5,5,8 α -trimethyl-
-1,2-naphthalenedicarboxaldehyde



由 来：柳タデ(*Polygonum hydropiper*)
外 観：白色針状結晶
純 度：99%(HPLC)以上
融 点：44.9~55.2℃
旋光度：-137.47
溶解度：アルコールに可溶、水に微溶。

図1 ポリゴジアルの性質

材料と方法

1) 供試菌

供試害菌は、シイタケ菌床栽培で被害頻度の最も高い *Trichoderma* 属菌とした。菌株は、森林総合研究所から分譲された *Trichoderma* sp. I, *Trichoderma* sp. II の2菌株を用いた。食用担子菌としてはシイタケ (*Lentinula edodes*) を用いた。品種は、シイタケ H600号 (株式会社 北研), シイタケ H603号 (株式会社 北研), シイタケ JMS 9 K-4 (明治製菓株式会社), シイタケ MT 508号菌 (天池種菌) の4品種を用いた。

2) 供試薬剤

供試薬剤としては、サンヨーファイン株式会社から提供された防かび剤 AFP-400WDM (ポリゴジアル 400ppm含有) とヤナギタデ植物体凍結乾燥粉末 (Lot. No. 5501) を用いた。また、対照として、三菱油化株式会社製パンマッシュ (2-(4-チアゾリル) ベンゾイミダゾール60%) を使用した。

3) *Trichoderma* 属菌の孢子の調整³⁾

SMYCA培地 (サッカロース1%, 麦芽エキス1%, 酵母エキス0.4%, カザミノ酸0.2%, 寒天1.5%) に *Trichoderma* sp. I 及び *Trichoderma* sp. II を接種し、25℃で10~14日間培養する。培養終了前、数日間は自然光を当てて培養した。*Trichoderma* 属菌を培養したシャーレに滅菌水を注ぎ、白金耳で分生孢子を懸濁し、滅菌したガーゼで濾過した。血球計算盤で濃度を測定し、 $5 \times 10^5 \sim 10^6$ 個/mlになるように希釈して、Tween 20 を0.05% (容積比) 加えて調整した。

4) 供試シイタケ菌株の *Torichoderma* 属菌耐性試験

供試培地は、オガクズ:フスマ=5:1 (容積比) とし、含水率を65%に調整した。内径約22mm長さ25cmの両口試験管に一定量の培地を詰め、シリコンセンで栓をし、121℃で約1時間高圧滅菌を行った。供試菌を平板培地に培養し、コルクボーラーで打ち抜いた菌叢を、シイタケ菌と *Torichoderma* 属菌がほぼ中央で接するように接種時期をずらして行った。供試数は、1組み合わせ当たり、5本とした。菌叢の接した位置からの距離を経時的に追い、菌叢の変化を観察した。また、*Torichoderma* 属菌によるシイタケ菌生育領域への侵害率を測定した。

5) ポリゴジアルの菌糸生育抑制効果の測定

寒天平面培地により、ポリゴジアルのシイタケ菌 (H600, MT 508) と *Torichoderma* 属菌 (sp I・sp II) に対する生育阻害活性を調査した。0-400ppmの種類の濃度に調整したポリゴジアルを混入した寒天平板培地 (PDA培地) と薬剤を混入していない寒天平板培地上に同時に供試菌を接種した。接種源は、SMYCA培地に *Trichoderma* sp. I 及び *Trichoderma* sp. II を接種し、25℃で10~14日間培養した。培養終了前、数日間は自然光を当てて分生孢子形成を促した。また、PDA培地に H600及び JMS 9 K-4 を接種し、25℃で14日間培養した。供試菌株を一定期間培養後、菌糸生育先端部を含む領域を直径9mmのコルクボーラーで打ち抜き接種源とした。*Torichoderma* 属菌は SMYCA 寒天平板培地で、シイタケ菌は PDA 平板培地を供試培地とし、一定期間培養後、生育した菌叢直径を測定し、分生孢子形成等を含め調査した。

6) 担子菌類に及ぼすポリゴジアルの多面効果の測定

シイタケ菌に対するポリゴジアルの抗菌活性を調べた。GMV 液体培地（グルコース 1%，麦芽エキス 1%，酵母エキス 0.4%）にシイタケ菌（H600）を接種し、22℃で20日間培養した。ホモジナイザー（Nissei AM-50）で菌糸断片にし、ガラスフィルター（Pore size 100-150 μ m）で濾過後、供試菌懸濁液とした。0～20ppmの種々の濃度に調整したポリゴジアルを混入した寒天培地（PDA 培地）と薬剤を混入していない寒天培地上に菌糸懸濁液を0.5 ml 加え、一定時間後、再生したコロニー数を測定した。

7) ペーパーディスク法による MIC の測定

ペーパーディスク法により、ポリゴジアルの *Trichoderma* 属菌に対する生育阻害活性を生育を阻止する最小濃度（MIC）として求めた。直径 8 mm の薄型円形濾紙片（Toyo Seisakusho co., LTD）に 1.25ppm - 400ppm の種々の濃度に調整したポリゴジアルを混入したサンプル溶液 250 μ l をしみこませ、孢子懸濁液（ 6.0×10^5 個）0.5 ml を塗布した寒天培地（PDA）に置き、20～25℃、自然光下で3日間培養し、現れる阻止円の大きさで定量した。

8) 分生孢子発芽抑制試験

寒天平板培地法により、ポリゴジアルの分生孢子発芽に対する抗菌活性を調査した。対照として、防カビ剤 TBZ を含有するパンマッシュ（市販名）6～600ppm 溶液を用いた。20ppm - 400ppm の種々の濃度に調整したポリゴジアルを混入した寒天培地（PDA 培地）と薬剤を混入していない寒天培地（PDA 培地）上に *Trichoderma* sp. I 孢子懸濁液（ 6.0×10^5 個）及び *Trichoderma* sp. II 孢子懸濁液（ 9.5×10^5 個）を 0.5ml 加え、一定時間培養後、分生孢子発芽率を測定し、分生孢子形成等を含め、5段階に分類した。1試験区当たり供試数を3枚とし、3回繰り返し行った。

9) ヤナギタデ凍結乾燥粉末による菌床シイタケ栽培に及ぼす添加効果

菌床シイタケ栽培用培地に、ヤナギタデ凍結乾燥粉末を添加し、これらの抗菌活性及びシイタケ子実体等に与える影響について検討した。供試培地は、オガクズ：フスマ＝5：1（容積比）とし、含水率を65%に調整した。添加する凍結乾燥粉末は、オガクズに対して0.01～0.1%として作成した。培地は、ポリプロピレン製の栽培袋に500 g 充填し、高圧殺菌釜により殺菌を行った。冷却後、種菌を接種し、22℃暗黒下で培養した。培養日数は、100日間とした。培養終了後、袋を全部取り除き、15℃、湿度95%に調整した発生室で、子実体の発生を行った。発生操作中は、発生室内の空中落下菌の測定も同時に行い、菌床の害菌による被害率も測定した。被害率は菌床表面積を100として、そのうち害菌により侵害された領域のパーセンテージで表した。発生操作は、2回行った。2回目の発生は1晩浸水し、翌日発生室に運び、再び発生を行い収量調査を実施した。

結果と考察

・供試シイタケ菌株の *Trichoderma* 属菌耐性試験

Trichoderma sp. I, *Trichoderma* sp. II の2菌株に対する供試シイタケ4系統の耐病性について調査した。シイタケ菌と *Trichoderma* 属菌の接触部の菌叢を経時的に観察した結果が、表1である。

表1 シイタケ菌株のトリコデルマ耐性

	<i>Trichoderma</i> sp. I		<i>Trichoderma</i> sp. II	
	接触後10日目	接触後20日目	接触後10日目	接触後20日目
H600	±	—	±	—
H603	±	—	±	—
JMS 9 K-4	±	±	±	±
MT508	±	+	±	+

注：＋：帯線が明瞭に形成され、互いの菌領域を侵害しない。

±：接触部で明瞭な帯線は形成されないが、調査時において互いの菌領域を侵害しない。

—：*Trichoderma* 属菌がシイタケ菌領域を侵害する。

供試シイタケ4菌株全てにおいて、接触後10日目で耐性は判断できなかったが、20日目にはJMS 9 K-4を除いて耐性の強弱を判断することが可能であった。H600, H603共に *Trichoderma* sp. I, *Trichoderma* sp. IIの両菌株に対して耐性がなく、シイタケ菌側に *Trichoderma* 属菌の侵入が認められた。一方、MT 508では両菌接触部で明瞭な帯線が形成され、*Trichoderma* 属菌に対して他の3菌株と比較して、強い耐性があることが示唆された。JMS 9 K-4は、接触後20日目以降も継続して調査を行ったが、お互いの菌領域を侵害することなく、さらに明瞭な帯線形成も認められなかった。従って今回供試したシイタケ菌の *Trichoderma* 属菌耐性の強弱については、MT 508が最も強い耐性を、JMS 9 K-4がある程度の耐性を示したが、H600及びH603は耐性を示さなかった。*Trichoderma* 属菌耐性の強弱により、強い耐性を示したMT 508と耐性がないH600を用いて以下の試験に供試した。

・ポリゴジールの菌糸生育抑制効果の測定

次に、ポリゴジールの菌糸生育抑制あるいは促進効果を調べるため、*Trichoderma* 属菌（写真2）とシイタケ菌（写真3）についてポリゴジールを添加した寒天平板培地で菌糸生長量を測定した。

その結果、*Trichoderma* sp. Iでは、40ppmで菌糸生育を抑制し始め、120ppm以上で菌糸生長を完全に抑制した。*Trichoderma* sp. IIでは80ppmで菌糸生育を抑制し始め、400ppmで菌糸生育を完全に抑制した。同じ *Trichoderma* 属菌でありながら供試系統間で抑制濃度が大きく異なった。谷口³⁾らの測定方法とは異なるが、同じ糸状菌である *Aspergillus niger*^{1, 4, 8)} や *Penicillium crustosum*^{4, 7)} で25ppmで抑制したのに比べ *Trichoderma* 属菌では、40～80ppmと高濃度で抑制を示した。

一方、シイタケ菌においては、20ppmから菌糸生育の抑制効果が見られ、120ppm以上では肥厚菌叢となり、菌糸生育の抑制効果が顕著となった。シイタケ菌では20ppmで抑制効果が認められたことから、*Trichoderma* 属菌より低濃度で *Aspergillus niger* や *Penicillium crustosum* と同程度の濃度で菌糸生育が抑制されることが明らかとなった。以上の結果から、ポリゴジールは *Trichoderma* 属菌やシイタケ菌の両者の菌糸生育を抑制するが、シイタケ菌糸の生育を特異的に促進することや *Trichoderma* 属菌より高濃度の耐性は示さなかった。従って、キノコ栽培過程においてポリゴジール単独の添加は、*Trichoderma* 属菌、*Aspergillus* 属菌及び *Penicillium* 属菌等の害菌防除に効果的に作用するが、同時にキノコ類（シイタケ）の菌糸生育を抑制することが考えられた。

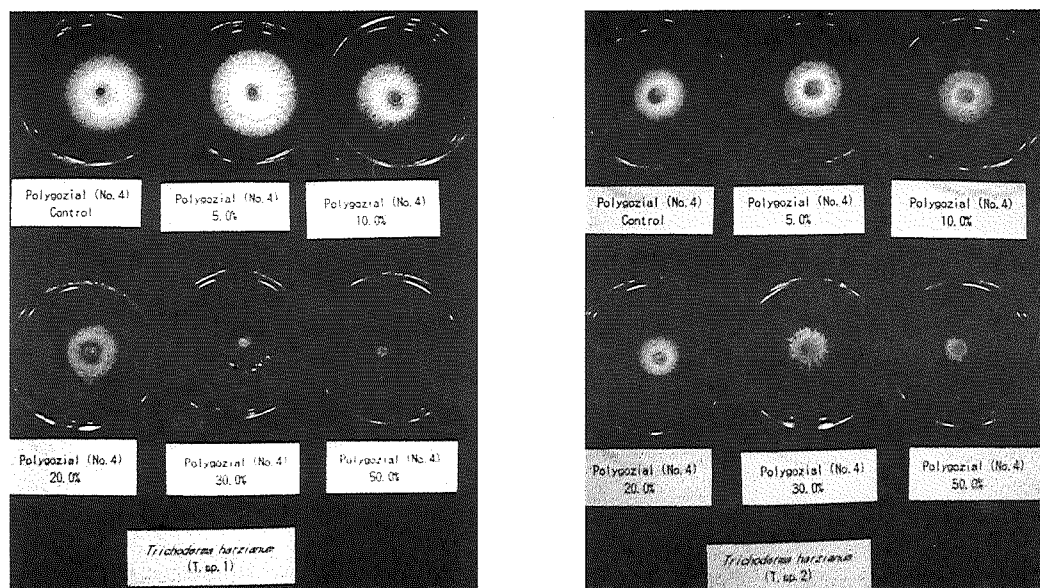


写真2 ポリゴジアルによる *Trichoderma* 属菌の菌糸生育抑制

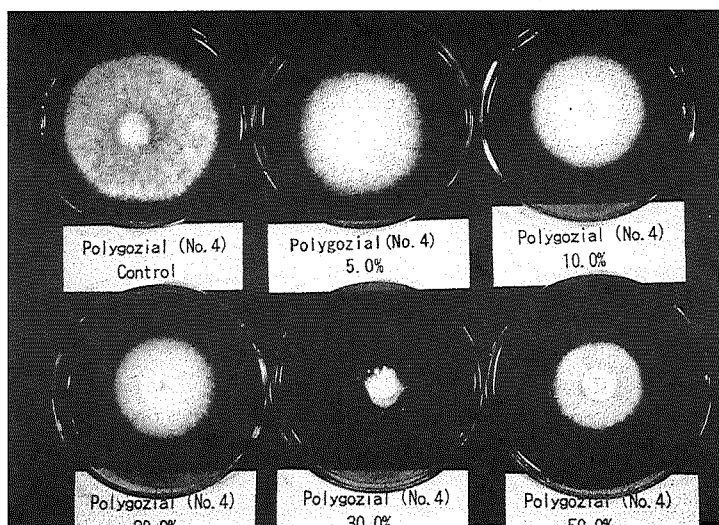


写真3 ポリゴジアルによるシイタケ菌（H600）の菌糸生育抑制

・担子菌類に及ぼすポリゴジアルの多面効果の測定（写真4）

キノコ菌床栽培では、種菌としてオガ粉を原材料とした種菌が主に用いられる。接種時にこのオガ粉種菌を掻き出し、切断された菌糸体が種菌として接種されることになる。そこで、ポリゴジアルに対するキノコ菌糸体断片の再生能を検討するため、ポリゴジアル20ppmでシイタケ菌糸生育の抑制効果が認められたことから、供試濃度を4～20ppmとし、菌糸断片における再生および菌糸生育について検討した。菌糸生育抑制効果の測定において、菌糸生育抑制効果の認められた20ppmで菌糸再生およびコロニー形成阻害効果は認められなかった。

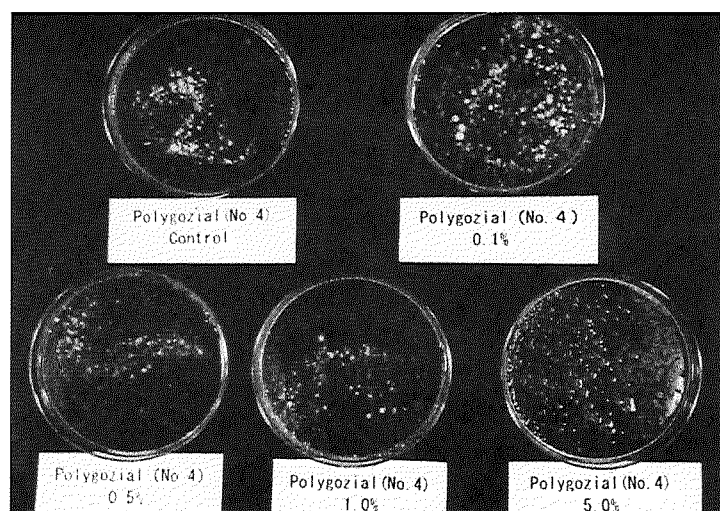
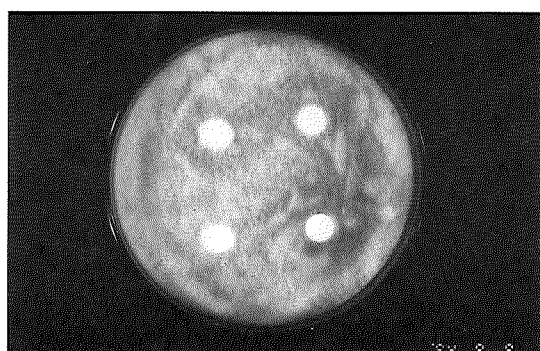


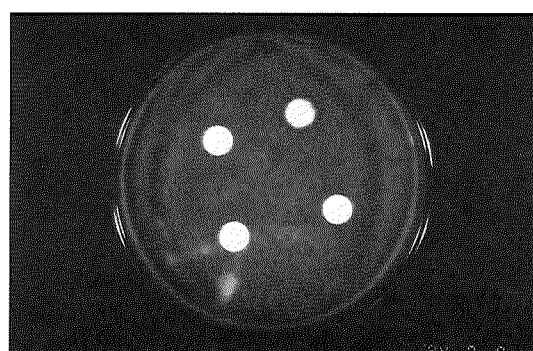
写真4 ポリゴジアル添加培地でのシタケ菌糸断片の再生

・ペーパーディスク法によるMICの測定（写真5）

ポリゴジアルの *Trichoderma* 属菌に対する抗菌性を調べるため、谷口らの行ったペーパーディスク法によるMICの測定を行い、上述の結果と比較した。供試したポリゴジアル濃度（400ppm）では、*Trichoderma* 属菌に対して生育阻害活性を見出すことはできなかった。寒天平板培地に添加した培地で菌糸生育を調べた結果では、40～80ppmで抑制効果が確認出来たが、ペーパーディスク法では400ppmでもその効果は確認出来なかった。そこで、菌糸生育以外の生育ステージである分生孢子発芽および分生孢子形成について、ポリゴジアルの抗菌性を以下の方法で調査した。



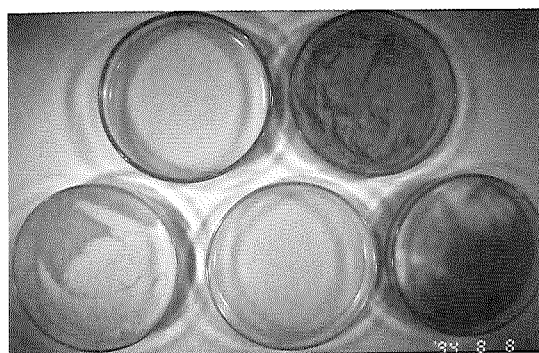
Trichoderma sp. I



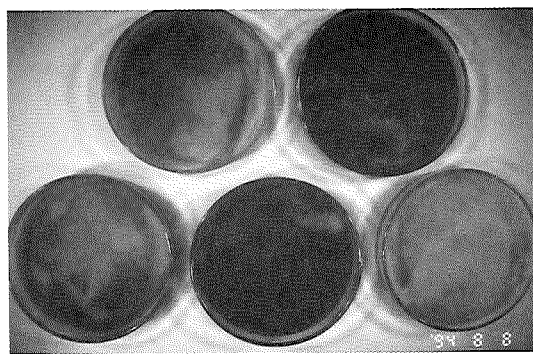
Trichoderma sp. II

写真5 ペーパーディスク法による MIC の測定

<i>Trichoderma</i> sp. I		<i>Trichoderma</i> sp. II	
左下	0ppm	左下	40ppm
左上	1.25ppm	左上	1.25ppm
右上	40ppm	右上	0ppm
右下	400ppm	右下	400ppm



TBZ



Polygodial

写真6 供試培地における分生孢子形成

TBZ	左上から6,000ppm, 600ppm 左下から60ppm, 6 ppm, 0 ppm
Polygodial	左上から0 ppm, 400ppm 左下から200ppm, 40ppm, 20ppm

・分生孢子発芽抑制試験

供試薬剤は、ポリゴジアルを400ppm含有している AFP-400 WDMを、対照として2-(4-チアゾリル)ベンゾイミダゾール (TBZ) を60%含有しているパンマッシュを用いた。ポリゴジアルは各々20, 40, 200, 400ppmを、TBZは各々6, 60, 600ppm含有した培地で分生孢子発芽及び分生孢子形成について調査した。ポリゴジアル及びパンマッシュ添加培地における分生孢子形成の状況を写真6に示した。

Trichoderma sp. I 分生孢子懸濁液 (6.0×10^5 個) 区での分生孢子発芽に関しては、ポリゴジアルで40ppm, TBZで6 ppmで抑制効果が確認された。また、分生孢子形成に関しては、ポリゴジアルで400ppm, TBZで6 ppmで抑制効果が確認された。*Trichoderma* sp. II 分生孢子懸濁液 (9.5×10^5 個) 区では、分生孢子発芽及び分生孢子形成抑制効果を示す濃度は同一で、ポリゴジアルで400ppm, TBZで6 ppmであった。*Trichoderma* 属菌の分生孢子発芽及び分生孢子形成抑制には、ポリゴジアルと比較してTBZでより低濃度で抑制効果が認められた。ポリゴジアルは、分生孢子発芽抑制を示した濃度は40ppmで、菌糸生育抑制効果の認められた40~80ppmとほぼ一致した結果となった。しかし、分生孢子形成に関しては、400ppmで抑制が見られ、発芽濃度の約10倍で効果が認められた。一般に菌床栽培で発生する *Trichoderma* 属菌による被害は、空中に漂っている分生孢子が菌床表面に付着、発芽を経て菌糸が生育し、その菌糸体上に分生孢子を形成する過程でキノコ菌を溶菌作用で死滅させ菌床を腐らせることが知られている。これらの感染ルートや生育ステージごとの防除、すなわち全てのステージで *Trichoderma* 属菌生育抑制濃度を把握できれば、最も高濃度で効果を示す濃度でポリゴジアルを培地内に添加することによって、菌床栽培において十分な防除効果が期待できるはずである。*Trichoderma* 属菌の菌糸生育、分生孢子発芽及び分生孢子形成の抑制は、それぞれ40ppm, 40~80ppm, 400ppmであった。従って、全生育ステージを通じて400ppm以上のポリゴジアルが存在すれば、完全に *Trichoderma* 属菌の生育を抑制し、防除が可能であると考え

られる。しかし、シイタケ菌はポリゴジアル20ppmで抑制効果が認められること、*Trichoderma* 属菌には20ppmでは抑制効果を示さないことから、ポリゴジアル単体添加での*Trichoderma* 属菌防除は不可能と考えられた。そこで、ポリゴジアルを含む植物体（ヤナギタデ）を添加することで、シイタケ菌への抑制効果を緩和し、他の植物成分による害菌防除、増収効果を検討するため、凍結乾燥粉末を培地へ添加し、その効果を調査した。

・ヤナギタデ凍結乾燥粉末による菌床シイタケ栽培に及ぼす添加効果

ヤナギタデ凍結乾燥粉末を0.01～0.1%添加した培地で袋除去による初回発生後、浸水操作により2回目の発生を行った菌床シイタケ栽培試験結果を図2に示した。また、表2～5には、2回発生の結果を品種ごとに発生個数、発生量、蔓延に要した日数および害菌による菌床被害率を示した。

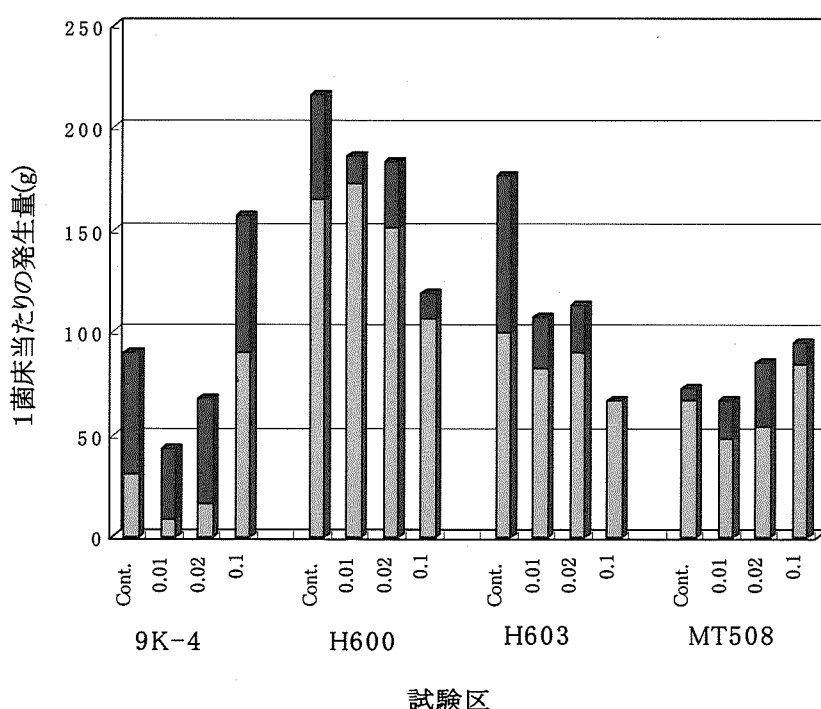


図2 ヤナギタデ凍結乾燥粉末添加による子実体発生量の変動

被膜形成及び蔓延日数について（表2～5，写真7）

ポリゴジアルを添加した培地の発生操作前の被膜形成状況を示したのが写真7である。被膜形成にポリゴジアルの影響は認められなかった。一方、培地表面に菌糸が蔓延するのに要した日数について調査した結果、全ての品種でヤナギタデ乾燥粉末の添加量が増すに従い、蔓延に要した日数も長くなった。この結果は、ポリゴジアルの菌糸生育抑制が20ppm以上で観察された結果を反映している。凍結乾燥粉末の添加量が増すに従い、ポリゴジアル量も増加し、蔓延に要した日数も長くなるものと考えられた。

発生量について（表2～5，図2）

ヤナギタデ乾燥粉末を培地に添加した場合、その影響は2つのグループに分けられた。H600とH603では添加量が増すと発生量が減少し、JMS 9K-4とMT508では添加量が増すと発生量が増加

した。収量の増加に関与する成分については不明であるが、収量減少の1要因としてはポリゴジアルによる菌糸生育阻害との関連性が示唆される。また、*Trichoderma* 属菌耐性の有無と一致するグループに分けられた点についても興味深いところである。

表2 ヤナギタデ乾燥粉末による菌床シイタケ栽培に及ぼす添加効果 (JMS 9 K-4)

	JMS 9 K-4			
	対 照	LDP0.01	LDP0.02	LDP0.1
発生個数	1.0 ± 1.7	0.3 ± 0.6	0.7 ± 1.2	6.3 ± 6.7
発生量 (g)	31.0 ± 53.7	8.3 ± 14.4	16.3 ± 28.3	89.7 ± 34.1
蔓延に要した日数	24.0 ± 0	24.0 ± 0	24.0 ± 0	25.8 ± 3.5
被害率 (%)	0	0	0.3 ± 0.6	2.7 ± 2.5

表3 ヤナギタデ乾燥粉末による菌床シイタケ栽培に及ぼす添加効果 (H600)

	H600			
	対照	LDP0.01	LDP0.02	LDP0.1
発生個数	14.3 ± 4.7	21.0 ± 8.9	17.0 ± 6.1	22.0 ± 12.5
発生量 (g)	165.0 ± 22.9	172.7 ± 34.0	151.0 ± 12.5	106.7 ± 36.0
蔓延に要した日数	24.0 ± 0	24.0 ± 0	25.8 ± 3.5	31.0 ± 0
被害率 (%)	11.3 ± 16.2	1.0 ± 1.7	0.7 ± 0.6	20.7 ± 19.0

表4 ヤナギタデ乾燥粉末による菌床シイタケ栽培に及ぼす添加効果 (H603)

	H603			
	対照	LDP0.01	LDP0.02	LDP0.1
発生個数	10.7 ± 6.7	3.3 ± 2.9	8.0 ± 6.1	7.3 ± 8.1
発生量 (g)	100.0 ± 31.3	82.0 ± 12.7	89.7 ± 18.7	67.0 ± 62.2
蔓延に要した日数	25.8 ± 3.5	27.5 ± 4.0	27.5 ± 4.0	31.0 ± 0
被害率 (%)	6.7 ± 11.5	0	5.3 ± 8.4	11.3 ± 16.2

表5 ヤナギタデ乾燥粉末による菌床シイタケ栽培に及ぼす添加効果 (MT 508)

	MT 508			
	対照	LDP0.01	LDP0.02	LDP0.1
発生個数	2.7 ± 1.2	1.7 ± 1.5	1.7 ± 1.2	3.7 ± 0.6
発生量 (g)	66.3 ± 19.8	48.0 ± 44.2	54.3 ± 6.0	84.0 ± 24.9
蔓延に要した日数	24.0 ± 0	24.0 ± 0	28.0 ± 0	31.0 ± 0
被害率 (%)	0.7 ± 0.6	2.3 ± 2.3	2.3 ± 2.3	11.7 ± 7.6

発生個数について (表2～5)

発生量の結果と異なり、添加量が多くなるに従いJMS 9 K-4, H600ではやや多くなる傾向を示し、H603, MT 508では特に発生個数に変動は認められなかった。1個重に関しても、添加量が増えるに

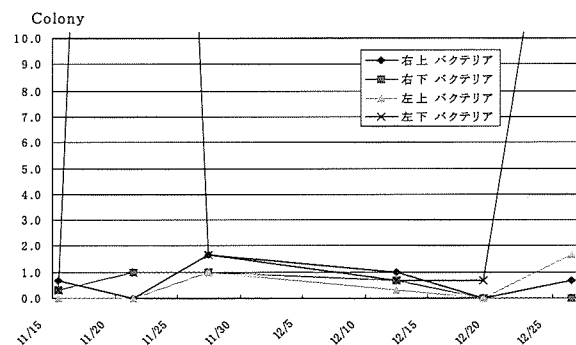


図3 子実体発生室内での空中落下菌数の変動(バクテリア)

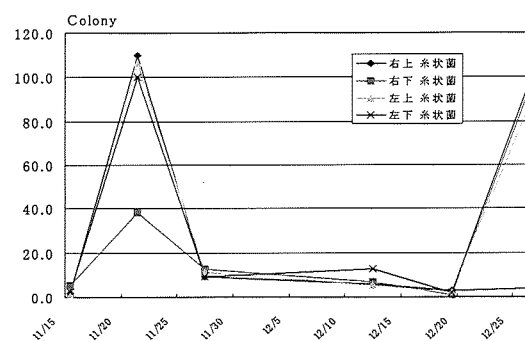


図4 子実体発生室内での空中落下菌数の変動(糸状菌)

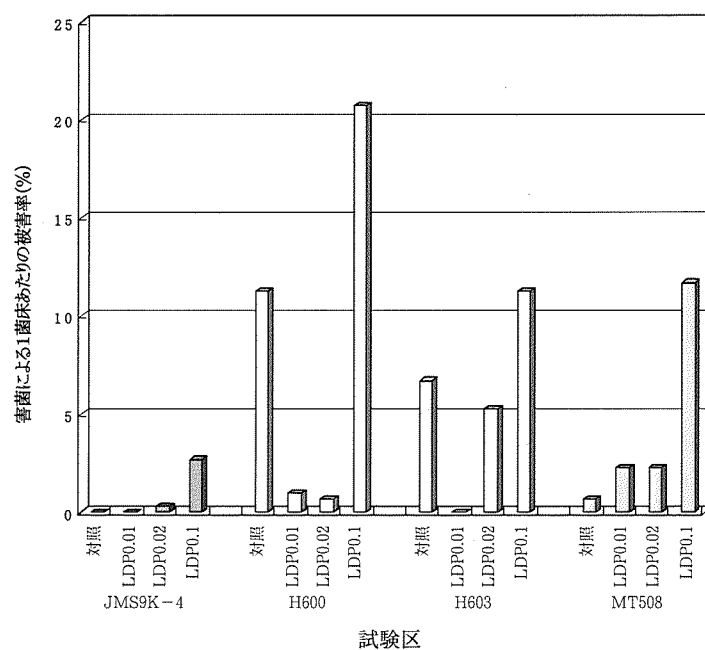


図5 ヤナギタデ凍結乾燥粉末添加による害菌被害率の品種間差



写真7 ポリゴジアルを添加した培地での被膜形成状況 (MT508)
左からポリゴジアル添加量 0.1%, 0.02%, 0.01 %, 0%

従い、供試品種全てでやや小さくなる傾向は示したものの有意な差は認められなかった。

害菌による菌床被害率（表2～5，図3～5）

シイタケ発生期間中の発生室内空中落下菌のデータから、糸状菌では主に *Penicillium* sp.⁷⁾ が、他に *Aspergillus* sp.⁸⁾ , *Torichoderma* sp. が多く検出された。また、細菌類では、主に *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. が多く、他に未同定のものが検出された。発生室内での空中落下菌数の変動は、子実体が発生している期間は、ほぼ一定の割合で子実菌類と細菌類が生息していた。一方、シイタケ子実体の発生最盛期は、1回目が11月10日、2回目が12月10日であった。子実体の発生最盛期後、12日目前後に当たる11月22日および12月22日に発生室内の空中落下菌の生息密度が急激に増加した。

上記環境下で子実体を発生させ、菌床表面および子実体に被害を与える害菌とその被害率について調査した。病徴を示した害菌は、*Aspergillus* sp., *Torichoderma* sp. の2種で、ヤナギタデ乾燥粉末添加割合が多くなると、シイタケ品種に係わらず、その被害率も高くなった。*Trichoderma* 属菌耐性試験結果と実際の栽培試験における耐性結果を比較すると、図5の対照区を見ると耐性を示したJMS 9 K-4 とMT 508では、実際の栽培試験においても強い耐性を示す結果が得られた。従って、*Trichoderma* 属菌耐性試験で用いた方法で、実際の栽培下での耐性が判断できることが示唆された。これらの結果は、時本ら⁶⁾ が *Trichoderma* 属菌耐性について行った室内検定結果と実際の栽培での検証結果はよく対応しており、二員培養選抜法は二核菌糸体の *Trichoderma* 属菌耐性を検定する方法として有効であることと一致していた。

一方、ヤナギタデ乾燥粉末を添加すると、被害率が高くなることから、抗菌性物質ポリゴジアルの効果よりむしろより多く含まれているポリゴジアル以外の植物成分が糸状菌類や細菌類の繁殖に影響を与え、菌床の被害率を高めているものと考えられた。

ヤナギタデ (*Persicaria hydropiper*) には、ポリゴジアルが含まれており、*Saccharomyces cerevisiae* 及び *Aspergillus niger* 等に特異的に抗菌性を発揮することが知られている⁵⁾。ポリゴジアルの抗菌活性メカニズムは、主に酵母を用いて研究されている。細胞の内性呼吸だけではなく外性呼吸をも阻害し、処理細胞から細胞成分の滲出を強めている。また、電子顕微鏡の観察では、処理細胞の細胞膜にダメージを与えていた。これらの結果は、ポリゴジアルが、最初に酵母細胞の浸透圧バリアーに損傷を与える作用していることを示唆している。谷口らは、ポリゴジアルの最小発育抑制濃度 (MIC) について詳細に調べている。*Saccharomyces cerevisiae* で 0.78ppm , *Schizosaccharomyces pombe* 6.25ppm , *Candida utilis* 1.56ppm , *Mucor mucedo*²⁾ 6.25ppm , *Rhizopus chinensis* 12.5 ppm , *Aspergillus niger* 25ppm , *Penicillium crustosum* 25ppm で食品中に25ppm添加すれば糸状菌は抑制され、数ppmで酵母の発育も抑制できることを示している。その他、ポリゴジアルには、殺菌効果とともに抗発癌プロモーターとして活性を有することも確認されている³⁾。

そこで、人工キノコ栽培における害菌の防除方法として、人体に対する毒性が低く、安全性の高いものであることは勿論、害菌に対し強い殺菌力あるいは静菌力を示すポリゴジアルによる防止対策を検討した。ここで望まれる殺菌剤としては、単に無害であるばかりでなく、キノコ類の菌糸の生育を高め、抗発癌プロモーター活性を持たせ薬効性を付与した子実体生産を可能にする薬剤であるなら

ば、キノコ栽培により大きい利益をもたらすこととなる。試験結果より、ポリゴジアルで *Trichoderma* 属菌の菌糸生育および分生孢子発芽を40~80ppm, 分生孢子形成を400ppmで抑制できることが確認できた。一方、シイタケ菌も20ppmで菌糸生育が抑制され、*Trichoderma* 属菌よりも低濃度で反応することが確認された。また、ポリゴジアルを含むヤナギタデ凍結湯乾燥粉末添加による菌床シイタケ栽培において、0.01%添加で害菌被害率の低下が認められたが、発生量、発生個数および蔓延に要する日数に関して、特にポリゴジアルの添加効果は認められなかった。TBZは、*Trichoderma* 属菌に対する抗菌性が認められているが、発癌作用がある等の問題があり、今回供試した天然物由来のポリゴジアルのような安全性の高い薬剤の開発が望まれている。

おわりに

キノコは健康食品として位置づけられており、薬剤に頼らない栽培体系が望まれているところでもある。その一方で、短期大量発生の影響で害菌・害虫による被害も拡大傾向にある。この被害を軽減させるには、環境改善はもちろん、人体に対する毒性が低く安全性の高い天然物由来の抗菌性物質をスクリーニングし、キノコ栽培における害菌防除、子実体増収効果をもたらす物質の発見が必須である。本報告では、期待されたポリゴジアルの添加効果は認められなかったが、今後、天然物質由来の未知成分のスクリーニング法として本報告を役立て、新たな抗菌性及び増収効果を示す薬剤を開発したい。

引用文献

- (1) Horie, Y. (1993) *Aspergillus* 属のテレオモルフ種. J. Antibact. Antifung. Agents21(9):507-519.
- (2) Mikawa, T. (1991) *Mucor* 属. J. Antibact. Antifung. Agents19(4):193-202
- (3) Osawa, T. (1995)がん予防食品の開発. シーエムシー. 279-288.
- (4) 林野庁森林総合研究所(1995)きのこ菌床栽培の病原菌と害虫: 30-33.
- (5) Taniguchi, M., Yano, Y., Tada, E., Ikenishi, K., Oi, S., Haraguchi, H. and Hashimoto, K. (1998) Mode of action of polygodial, an antifungal sesquiterpene diol. Agric. Biol. Chem. 52(6):1409-1414.
- (6) 時本景亮・福政幸隆・松本晃幸・前川二太郎 (1998) トリコデルマ菌侵害に耐性を有するシイタケ菌株の選抜. 木材学会誌. 44(5):351-359.
- (7) Udagawa, S. (1991) *Penicillium* 属. J. Antibact. Antifung. Agents19(12):657-665.
- (8) Udagawa, S. (1991) *Aspergillus* 属. J. Antibact. Antifung. Agents19(9):489-495
- (9) Yamanaka, K. (1994) 栽培きのこ害菌の分離同定の基礎. 日本菌学会ワークショップ. : 1-10.

有用生理活性物質の検索とその利用に関する研究

I. クズに含まれる植物成長調節物質の検索

II. キノコの増収に寄与する物質の検索と利用

佐藤 博文 (I, II)・菅原 冬樹 (II)

Screening and Utilization of Profitable Bioactive Substances in Forestly

Hirofumi SATO (I, II) and Fuyuki SUGAWARA (II)

要 旨

天然の生理活性物質を林業に役立てるため、森林植物のなかから植物成長調節物質およびキノコの増収に関与する物質、資源等の検索とその実用化試験を行った。植物成長調節物質については、クズ葉部メタノール粗抽出物から発芽阻害物質としてアブシジン酸を、幼根伸長物質としてイソフラボノイド関連化合物であるゲニステイン、クメストロールを単離した。これらはいずれも既知物質であったが、イソフラボノイド関連化合物の幼根伸長活性に関する報告はこれまでみあたらず、新たな興味深い知見となった。一方、キノコの増収に関与する資源としては、生薬類を対象にスクリーニングを行い、ヨクイニン成分にヒラタケ子実体増収能をみいだした。今回、増収に寄与する物質の探究には至らなかったが、その実用化試験では、ヨクイニン粉碎物をオガコ培地に添加して各種キノコの菌床栽培試験を行った結果、ヒラタケ、ナメコ、マイタケおよびシイタケにおいては、品種系統により添加量を変える必要はあるが、子実体増収効果を確認することができた。なお、マイタケでは、ヨクイニンよりもその原料であるハトムギを殻ごと添加したほうが子実体の増収に効果的であった。

はじめに

森林植物には、様々な物質が含まれている。そのなかでも、極微量で種々の生体機能を調節する物質は生理活性物質とよばれ、オーキシン、ジベレリン等の植物ホルモンや抗菌物質、抗腫瘍物質など産業上有用なものが多数みつまっている(21)。生理活性物質の作用においては、特に、動植物、微生物を含めてある生物の放出した物質が直接または間接的に周囲の他生物に何らかの影響をおよぼす現象をアレロパシー(他感作用, 1)というが、近年農業サイドでは、自然界にみられるこのような現象に関わる物質に着目し、人体への影響や環境への負荷が少ない農業への用途として、その探索と産業導入が積極的に図られるようになった。

本研究は、こうした作用をもつ生理活性物質を林業分野で役立てることを目的に、まず、植物成長調節物質およびキノコの子実体増収に関与する物質、資源等について検索と実用化試験を行い、林産物の生産に及ぼす効果を調べたので、以下にその結果を報告する。

なお、本報告は、平成5～9年度の過去5カ年にわたり実施した試験課題「植物生理活性物質の検索とその利用に関する研究」の結果および知見をふまえ、標記課題名により平成10～14年度に継続して試験研究にあたった成果の概要をとりまとめたものである。

I. クズに含まれる植物成長調節物質の検索

1. 試験目的

近年の林業は、機械化が進む一方で、労働者の減少や高齢化に伴い、さらなる施業の省力化が課題とされている。なかでも、育苗、育林のために実施する除草（下刈り）作業は、真夏の炎天下に行われる過酷な作業であり、その省力化技術の開発は特に重要である。

このため、樹木、山菜等における稚苗の育成や育林のために行われるこうした除草作業の省力化を目的に、その一手段としてアレロパシー物質の利用に着目し、まず、様々な森林植物を対象に既存除草剤に代わる天然の植物成長調節物質について検索・同定を行った。

2. 材料および方法

1) 供試植物

最初のスクリーニングは、当センター周囲から採取した80数種の植物を対象として行った。各植物は、室温下に風乾粉碎後、そのメタノール粗抽出物1,000ppm液をレタス種子発芽試験に供して活性の評価を行った。本章で用いた植物材料は、前述のスクリーニングにより発芽および芽生えの伸長を最も強く阻害したクズ（*Pueraria thunbergiana* Benth., 最近では *P. lobata* Ohwi. という）の葉部風乾物（7）とした。なお、クズの葉は8月上旬に採取し、これを屋内で風乾・粉碎して抽出の試料とした。

2) 生物検定

活性を評価するための生物検定には、前述のとおりレタス種子を用いた発芽試験を実施した。なお、方法は、既報（7）と同様に行った。

3) 機器分析

各成分の分取、精製および分析には、高速液体クロマトグラフィー（日立 L-6200分析システム）を用いた。また、化合物の同定には、核磁気共鳴装置（バリアン Unity 400または日本電子 JNM-LA400, とともに分解能400MHz）、質量分析装置（日本電子 JMS DX-303）、赤外（日本分光 FT-IR 300）、紫外吸収分光計（日立 U-2000）および旋光計（日本分光 DIP-1000）等の各種分析装置および微量融点測定装置（ヤナコ MP-500D）を用いた。

3. 結果および考察

1) 発芽阻害物質の単離と同定（5）

クズ風乾葉粉碎物200gを3ℓのメタノールで3回抽出した。抽出液はろ過し、ろ液をすべて合わせてロータリーエバポレータにより減圧下に溶媒を溜去し、約34gの粗抽出物を得た。この粗抽出物は、1,000ppmの用量においてレタス種子の発芽率を顕著に低下させることはなかったが、芽生えについては、胚軸および幼根の伸長を対照（水のみ）よりそれぞれ30および60%伸長を阻害した。

次に、この粗抽出物を水に懸濁し、*n*-ヘキサン、クロロホルム、酢酸エチルエステルを用いて順次溶媒分画を行い、各画分のレタス種子発芽成長阻害活性を調べたところ、クロロホルムおよび酢酸エチルエステル可溶部に活性が認められた。そこで、これら両部を合わせ、図-1の手順により各種カラムクロマトグラフィーに供して活性成分の分離・精製を進め、100ppmの用量でレタス種子の発芽をほぼ完全に阻害する化合物 PL-1約6mgを得た（表-1）。

PL-1は、時間経過とともに薄層クロマト上にメインスポットとは異なる不純物のスポットが出現した。このため、生物検定や機器分析等に供するたびに精製を繰り返す必要があり、正確な収量を把握することはできなかったが、最終的に残ったわずかな試料のスペクトルデータから植物ホルモンの1種であるアブシジン酸（1、以下 ABA と略記する）と推定した。

1（16）は、1960年代にワタの落果原因物質、カバノキの休眠物質などとして、いくつかの研究グループにより単離・同定された（19）。その後、工業的に合成されたラセミ体を農業に利用する試みは数多く行われてきたが、フィールドでの活性が予想以上に低かったため、長いその間安定性に問題があると考えられてきた。しかしながら、近年不斉合成や光学分割技術が進歩し、その活性が見直された結果、天然型 ABA には、発芽、発根の促進、栄養成長の促進、落果防止、果実肥大および環境耐性など意外な効果がみだされてきている（2, 12, 15, 20）。このようなことから、1は林業でも様々な用途に活用できる可能性が示唆された。

なお、1の実用化試験については、天然から大量に抽出することが極めて困難であったことや供試量の面で標品の入手コストが非常に割高である現状から実施を断念した。

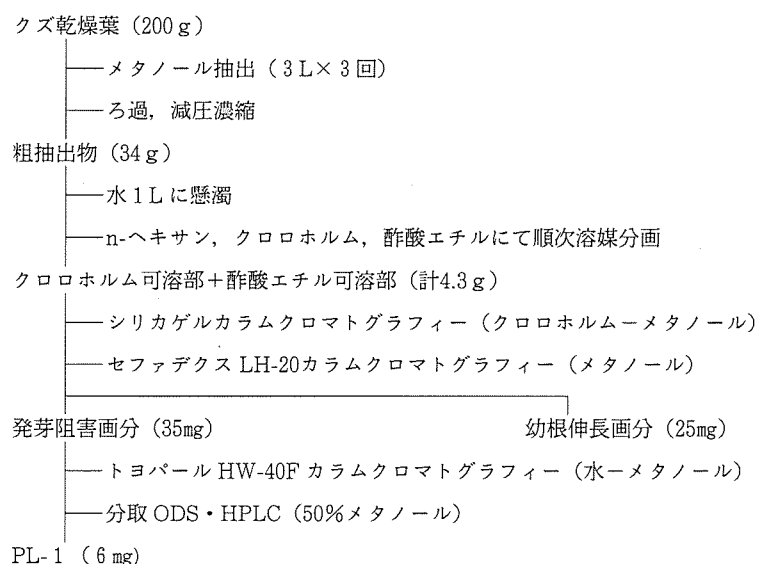


図-1 クズ乾燥葉に含まれるレタス種子発芽阻害物質の分離精製手順

表-1 各化合物125ppm によるレタス種子発芽試験結果

化合物	発芽率 (%)	胚軸長 (mm)	幼根長 (mm)
PL-1	0	—	—
PL-2	100	17.2	37.0
PL-3	100	17.5	31.5
対照区	100	18.8	28.8

注：表中の数値は、平均値を示す。

2) 幼根伸長物質の単離と同定

前項1)においてABAを単離した成分と異なる部分からは、レタス芽生えの幼根のみを有意に伸長させる活性が検出された。そこで、次にこの活性本体の単離を試みた。活性をもつ部分は、シリカゲルカラムクロマトグラフィーおよび分取逆層HPLCに供し、これを繰り返して精製を進め、最終的に2つの化合物PL-2 (8.6mg) およびPL-3 (3.8mg) を得た (図-2)。

PL-2およびPL-3は、125ppmの用量でレタス芽生えの幼根を対照区よりそれぞれ約30%および10%伸ばす活性を有していた (表-1)。各種機器分析の結果、これらの化合物は、いずれも既知イソフラボノイド関連化合物であることが判明し、PL-2をゲニステイン (2)、PL-3をクメストロール (3) と同定した (4)。

2および3は、一般にマメ科植物に含まれる主要な生理活性物質 (17) で、クローバ類においては、その分解産物であるフェノール・カルボン酸誘導体が、また、3は、クメスタン骨格の一部をなすクマリノ (4) が植物の発芽や成長を阻害するアレロパシー物質として知られている (1)。こうしたなか、これらの単体が示す幼根伸長に関する植物活性の知見は、著者の知る限り本報告がはじめてであり、改めてその活性に興味をもたれた。しかしながら、他方では、これらの化合物がエストロゲン (女性ホルモン) 様活性をもつ (10) ことも以前から知られ、その大量使用による影響が人体にも及ぶ可能性が示唆されている。また、フィールド規模で試験に供するためには、量的な面でこれらの抽出や標品の入手が困難であるなど現状を鑑み、実用化試験への直接利用は断念せざるをえなかった。

以上の理由から、イソフラボン誘導体の活性については、2をモデルとして、植物に対して何らかの強い活性を持ちながら、周囲の生物に影響を及ぼさない構造を持つ物質を導くことを目的として、次項に述べる試験を企てた。

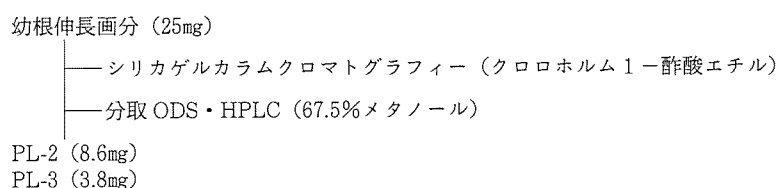


図-2 クズ乾燥葉に含まれるレタス幼根伸長物質の分離精製手順

3) イソフラボン誘導体の構造と活性

前述のように、イソフラボノイド関連化合物は、植物体内において様々な化学修飾をうけることにより、その成長生理に種々の影響を及ぼす可能性が示唆されるが、本項では、そのなかのイソフラボン骨格を基本として、2における5, 7, 4'位の置換基が異なる5-deoxy化物 (5: ダイゼイン), 4'-OCH₃化物 (6: ビオカニン A), 7, 4'-di-OCH₃化物 (7), 5, 7, 4'-tri-OC=OCH₃化物 (8) のほか、B環の置換位置が異なるアピゲニン (9: フラボン誘導体) をレタス種子による生物検定に供し、構造と活性の関係について調査を行った。なお、これらの誘導体のうち、2, 5, 6, 9は市販品 (SIGMA) を、また、7および8は、2を原料としてTMS化ジアゾメタン (ジーエルサイエンス株

式会社)を用いたメチル化ならびに無水酢酸-ピリジンを用いたアセチル化により誘導し、各種分光分析と融点測定によってそれぞれの構造を確認したものをを用いた。

試験の結果、各化合物は、62.5～500ppmの供試量において、いずれも発芽率や胚軸長に顕著な影響を及ぼさなかったが、幼根伸長活性は明らかに2のみが強く、5位にOHがない5やB環4'位がメトキシル基やアセトキシル基に置換された6、7、8では、6の250ppm区に若干の活性がみられた程度にとどまり、残りの試験区からは活性がほとんど確認できなかった(表-2、写真-1)。また、水酸基の置換位置が2と同じでも、フラボン骨格である9には、250ppmの用量まで活性がみられなかった。

以上の結果から、2の活性にはイソフラボン骨格が必要であり、置換基は、A環5位とB環4'位の水酸基が重要な役割をもつことが示唆された。また、A環7位の水酸基は、6と7の250ppm区における活性比較からやはり重要な存在であることが伺われた(表-2)。今後は、こうした知見をもとに2の5、7、4'位以外の位置に様々な置換基を持つ化合物の活性について調べてみたい。

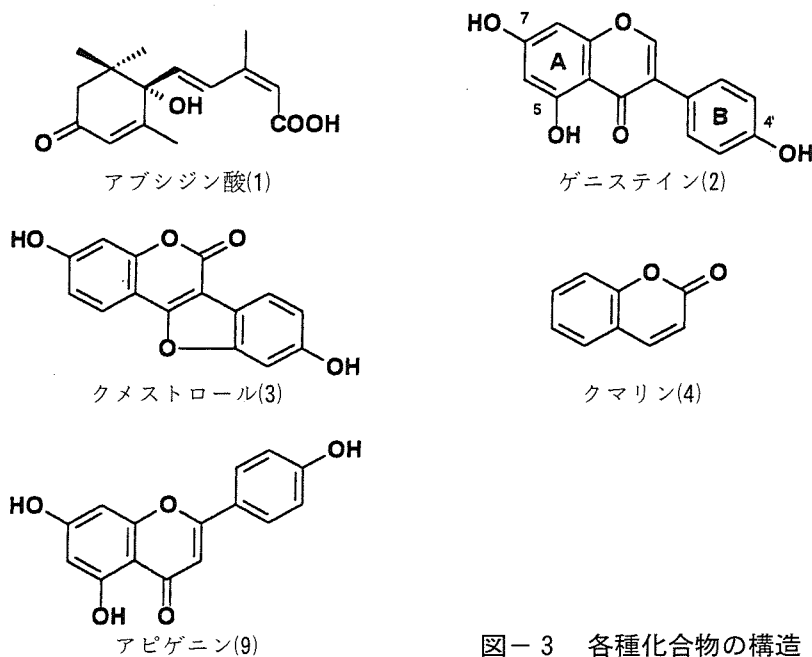


図-3 各種化合物の構造

表-2 イソフラボン誘導体等のレタス幼根伸長活性

化合物	置換基			用 量 (ppm)			
	5	7	4'	62.5	125	250	500
2	OH	OH	OH	34.6	38.1	42.1	45.2
5	H	OH	OH	nt	31.1	31.5	33.0
6	OH	OH	OCH ₃	nt	30.9	36.0	33.2
7	OH	OCH ₃	OCH ₃	nt	29.6	27.4	nt
8	OAc.	OAc.	OAc.	nt	30.3	28.6	nt
9	OH	OH	OH	28.1	29.6	30.6	nt

注：表中の数値は、各試験区の幼根長平均値 (mm) を、nt は試験を行わなかったことを示す。

* 対照区 (蒸留水) の幼根長は、28.3mm であった。

4. まとめ

本章では、樹木、山菜等における稚苗の育成や育林のために行われる除草作業の省力化を目的に、既存除草剤に代わる天然由来の植物成長調節物質を森林植物に求め、クズ葉部メタノール抽出物よりアブシジン酸、ゲニステインおよびクメストロールなど数種の既知物質を単離した。

このうち、アブシジン酸は、古くから植物由来のものでは最強の発芽阻害物質として知られていたが、近年低濃度では、植物の成長を促進する作用を持つことも報告されていることから、その使用濃度によって除草と稚苗の成長促進を同時に行うことができる可能性が示唆され、林業でも十分に活用できる可能性が示唆された。しかしながら、この化合物による実用化試験については、天然からの抽出や標品の入手が困難である現状からその実施を断念した。

一方、幼根伸長物質として単離したゲニステインやクメストロールなどのイソフラボノイド関連化合物は、マメ科植物に含まれる主要な生理活性物質で、その分解物は植物成長阻害作用をもつことなどから多彩な植物活性が期待された。また、実用面においては、現在豆腐製造の際に大量に廃棄されているオカラなどの大豆加工残渣を活用することで資源確保が容易に図られることが予想され、フィールドでの活性には興味もたれた。しかしながら、イソフラボン誘導体には、この他にエストロゲン様活性を持つことも以前から報告されており、その大量使用が人体の生理機能に影響を及ぼす可能性が示唆されたことや、量的な面でこれらの純粋な化合物の抽出および標品の入手が困難である現状等を鑑み、その直接利用による実用化試験を断念した。なお、こうした弊害を避け、より高い植物活性をもつ物質の構造を探る目的で、若干の類似化合物を用いて構造と活性の関係について調査を行ったが、ゲニステイン以外の化合物からは、顕著な植物活性を確認できなかった。

II. キノコの増収に寄与する物質の検索と利用

1. 試験目的

キノコは、本県中山間地の産業振興に重要な栽培作物の一つであり、制がん、痴呆予防、コレステロール低下作用等に関わる物質（ β ）を含む機能性食品として様々なものが市場にでまわっているが、国内需要の冷え込みと海外からの輸入量増大により、生産収益は全国的に伸び悩みの傾向にある。

こうした現状から、生産者サイドには、作業体系や原材料の見直しによる生産コスト削減や付加価値により輸入品と差別化をはかるなど何らかの経営戦略が必要とされるが、ここでは、薬草類がもつ微生物に対するすぐれた生理活性に着目し、害菌の繁殖を抑える抗菌作用やキノコの菌糸伸長作用、子実体の形成を促す作用などによる生産性向上や付加価値に期待し、まず、子実体増収機能をもつ生薬の探索とそれを培地に添加した各種キノコの菌床栽培試験を行った。

2. 材料および方法

1) 供試生薬

材料は、市販されている漢方薬およびその原料である生薬を主体に資源の検索を行った。なお、漢方薬（ツムラ製医療用エキス顆粒）は、乾燥粉末の状態で、また、生薬（株式会社ウチダ和漢薬）は、乾燥品が細かく刻まれた状態のものを直接、または、料理用ミキサーにより粉碎したものを供した。

2) 供試種菌

ヒラタケ、ナメコ、マイタケおよびシイタケは、市販の種菌を購入して用いた。その品種系統、製造元およびロット番号（または検査番号）等は、表-3に示したとおりである。

3) 供試培地

①寒天培地

キノコの菌糸培養には、PD寒天培地（ $\text{pH}5.6 \pm 0.2$ 、以下PDAと略記する）を用いた。PDAは、次の手順により調製を行った。Potato Dextrose Agar（DIFCO LABORATORIES, $\text{pH}5.6 \pm 0.2$ ）

表-3 供試種菌

品種系統	製造元	供試ロット（検査番号）
ヒラタケ		
森39号	森産業株式会社	1E27S, 1B20S, 1B35S, 1B81S, 1K93S
H67号	株式会社キノックス	01410, 01620, 02422, 02618
H7号	株式会社北研	7507, 7503
ナメコ		
森13号	森産業株式会社	1K93S
N108号	株式会社北研	30060
マイタケ		
森51号	森産業株式会社	1K69S
シイタケ		
H600号	株式会社北研	35235
KV-92号	明治製菓株式会社	045A

39 g を 1 ℓ の純水に溶かし、オートクレーブにより121℃、2.2気圧、20分の高圧蒸気滅菌を行った。滅菌した培地は、寒天がまだ固まらないうちにクリーンベンチ内に移し、径 9 cm×高さ 2 cm のディスポーサブルのプラスチックシャーレ中に15～20mlずつ分注を行い、これを静置、放冷して作成した。

②菌床培地

各種キノコの菌床培地は、次項のスクリーニング時を除き、表－4の組成を基本に調製を行った。なお、オガコは、ヒラタケに限りスギオガとし、その他のキノコには、広葉樹オガコを用いた。また、栄養源は、精選フスマ（日清製粉、以下単にフスマと記す）を主体とし、設定試験区に応じてコーンブラン（ホーネンコーポレーション株式会社）や生薬を添加して調製を行った。調製した培地は、直ちに大型のオートクレーブにより121℃、2気圧、90分間の高圧蒸気滅菌を行った。種菌の接種は、滅菌した培地を一晩放冷してから行った。

表－4 各種菌床培地の基本組成

種 菌	オガコ	チップ	廃ホダ	栄養源	水 分
ヒラタケ	23	—	—	12	65
ナメコ	18	4	—	13	65
マイタケ	7	—	19.5	8.5	65
シイタケ	18	9	—	8	65

注：表中の数値は、培地全重量中に占める配合率（％）を示す。

4) スクリーニング

(1) 液体培地によるスクリーニング

最初のスクリーニングは、68種の漢方薬を用いてヒラタケの菌糸伸長に及ぼす影響を調べた。種菌は、森39号を用いた。菌糸は、30ml容の培養用試験管を用いてPDブロス（以下PDBと略記する）による液体培養を行った。PDBは、次の手順により調製を行った。Potato Dextrose Broth（DIFCO LABORATORIES, pH5.1±0.2）24 g を 1 ℓ の純水に溶解し、各試験管に 5 ml ずつ分注した。このとき、試験区には、各漢方薬の粉末を 5 および 10%（w/v）になるよう PDB に添加した。なお、対照区には、漢方薬無添加の PDB を用いた。

供試種菌は、あらかじめ前培養を行った。接種は、前培養後約 5 日目に伸長した菌糸の先端部を径 6 mm のコルクボーラーで打ち抜き、これを寒天ごと被験培養液中に投入して行った。

培養は、温度22℃の暗所条件下で行った。培養後14～16日目に培養液から菌糸を濾別、水洗（3回）し、これを恒温乾燥機により乾燥（40℃、一昼夜以上）して菌糸体乾燥重量の測定を行った。結果は、対照区と試験区の菌糸体乾燥重量を比較することにより菌糸の増殖の良否を評価した。なお、試験は、各区3反復にて行った。

(2) 固形培地によるスクリーニング

①PDA 培地によるスクリーニング

生薬成分を含む PDA 平板を用いてヒラタケ菌糸の培養試験を行い、各成分のヒラタケ菌糸伸長に

及ぼす影響を調べた。種菌は、森39号を用いた。生薬は、表-13に示してある17種を用いた。これらは、前述(1)項のスクリーニングにおいてヒラタケ菌糸の増殖に促進的な効果を示した15漢方薬の主要な原料とされているものである。各生薬の添加量は、いずれも2.5, 5, 10% (w/v) とし、そのまま100mlのPDB中に所定量を浸漬後、熱水抽出を兼ねてオートクレーブ滅菌を行った。なお、PDBは、試験時まで常温暗所に置いた。

試験区のPDA平板は、上述により生薬成分の抽出に供したPDBの上澄をとり、これに1.5% (w/v) の寒天粉末(和光純薬工業株式会社、細菌培地用試薬)を添加後、再度オートクレーブ滅菌して作成した。なお、対照区には、生薬無添加のPDA平板を用いた。

供試種菌は、あらかじめ前培養を行った。接種は、前培養後5～7日目に伸長した菌糸の先端部を径6mmのコルクボーラーで打ち抜き、これを寒天ごと被験シャーレの中心部に置床して行った。

菌糸培養は、温度22℃の暗条件下で行った。菌糸伸長の評価は、培養後6日目に行った。評価には、放射状に伸長した菌糸が形成した円の直径を計測し、各試験区と対照区の長さを比較した。なお、試験は、各区3反復にて行った。

②菌床培地によるスクリーニング(6)

200ml容のガラス製マヨネーズビンに各種生薬の粉碎物を添加したオガコ培地50gを充填して調製を行った培地を用いてヒラタケの栽培試験を行い、それぞれの子実体収量に及ぼす影響を調べた。

なお、本法は、少いサンプル供試量で済むうえ評価期間が短いなどの理由から、佐野ら(2001)により様々なキノコで栽培試験の標準化がはかられている(11)。

種菌は、森39号、キノックスH67号および東北種菌H7号を用いた。生薬は、本項①のスクリーニング結果からヒラタケの菌糸伸長に促進的な作用を示したチョウトウコウ、ハンゲ、マオウおよびヨクイニンの4種を用いた。これらの生薬は、いずれも製品を料理用ミキサーにより粉碎後、表-5に示す培地組成をもとに調製を行った。試験は、1試験区あたり7菌床を用い、各区の子実体収量および収穫本数等について調査を行った。

培養は、温度22℃、相対湿度65%の暗所条件下にて、約3週間を目安として菌糸が大半の試験区の菌床の表面全体を覆うまで行った。培養終了後は、同条件下に約1週間の熟成期間をおいた。発生操作は、菌かき(平がき)と水道水による3時間の灌水を行い、温度15℃、相対湿度98%以上の連続照明条件下の発生室で子実体形成を促した。なお、子実体は、菌傘が8部開きとなった時期を目安に収穫を行った。

表-5 ヒラタケの菌床栽培試験における各試験区の培地組成

試験区	オガコ	フスマ	コーンブラン	生薬	備考
1 対照区	13.0	1.5	3.0	0	a)
2 1.25%生薬添加区	12.5	1.4	2.9	0.6	a)
3 2.5%生薬添加区	12.1	1.4	2.8	1.3	a)

注：表中の数値は、1菌床(50g)あたりの添加量(g)を示す。

a) オガコ：フスマ：コーンブラン=20：1：1の容積比とした。

5) ヨクイニンを添加した菌床培地による各種キノコの栽培試験

前述によるスクリーニングの結果、ヒラタケの菌糸伸長に促進的な効果を示した生薬ヨクイニンを各種キノコの菌床栽培試験に供し、その実用性について検証した。

(1) ヒラタケ (8)

種菌は、森39号およびキノックス H67号を用いた。培地は表-4の組成を基本とした。菌床は、850cc容のP.Pビンに培地450gを充填して作成した。各試験区栄養源の組成は表-6および7のとおりであり、ヨクイニンは、全培地重量の4および8%量をフスマ、コーンブラン単独または両方と置き換える(試験①)か、3、6、9および12%量をフスマ単独と置き換えて(試験②)添加した。試験は、①、②ともに1試験区あたり16菌床を用い、各種菌ごとに培養日数、発生日数、子実体収量および収穫本数等について調査を行った。

培養は、温度22℃、湿度65%の暗所条件下にて、約3週間を目安として菌糸が大半の試験区の菌床の表面全体を覆うまで行った。培養終了後は、同条件下に約1週間の熟成期間をおいた。発生操作は、菌かき(平がき)と水道水による3時間の灌水を行い、温度15℃、相対湿度90%以上の連続照明条件下の発生室で子実体形成を促した。なお、子実体は、菌傘が8部開きとなった時期を目安に収穫を行った。

(2) ナメコ

種菌は、森13号および北研 N108号を用いた。培地は表-4の組成を基本とした。菌床は、800cc容のP.P広口ビンに培地500gを充填して作成した。各試験区の栄養源組成は表-8のとおりであり、ヨクイニンは、培地重量の4および8%量をフスマ、コーンブランの単独または混合物と置き換えて添加した。試験は、1試験区あたり12菌床を用い、各種菌ごとに培養日数、発生日数、子実体収量お

表-6 ヒラタケの菌床栽培試験①における各試験区の栄養源組成

試験区	フスマ	コーンブラン	ヨクイニン	備考
1 フスマ区(対照)	54	0	0	
2 フスマ+コーンブラン区(対照)	36	18	0	a)
3 4%コーンブラン置換区	36	0	18	
4 4%フスマ置換区	18	18	18	
5 8%フスマ+コーンブラン置換区	9	9	36	

注：表中の数値は、1菌床(450g)あたりの添加量(g)を示す。

a) フスマ：コーンブラン=4：1の容積比とした。

表-7 ヒラタケの菌床栽培試験②における各試験区の栄養源組成

試験区	フスマ	コーンブラン	ヨクイニン	備考
6 フスマ区(対照)	54	0	0	
7 3%フスマ置換区	40.5	0	13.5	
8 6% "	27	0	27	
9 9% "	13.5	0	40.5	
10 12% "	0	0	54	

注：表中の数値は、1菌床(450g)あたりの添加量(g)を示す

よび収穫本数等について調査を行った。

培養は、温度22℃、湿度65%の暗条件下にて82日間行った。発生操作は、菌かき（平がき）と水道水による3時間の灌水を行った後、温度17℃、湿度90%以上の連続照明条件下において子実体形成を促した。なお、子実体は、菌傘の内被膜が切れる時期を目安に収穫を行った。

表－8 ナメコの菌床栽培試験における各試験区の栄養源組成

試験区	フスマ	コーンブラン	ヨクイニン	備考
1 フスマ区（対照）	65	0	0	
2 フスマ＋コーンブラン区（対照）	32.5	32.5	0	a)
3 4%コーンブラン置換区	32.5	12.5	20	
4 4%フスマ置換区	12.5	32.5	20	
5 8%フスマ＋コーンブラン置換区	12.5	12.5	40	

注：表中の数値は、1菌床（500g）あたりの添加量（g）を示す。

a) フスマ：コーンブラン＝2：1の容積比とした。

（3）マイタケ（9）

種菌は、森51号を用いた。培地は、表－4の組成を基本とした。菌床は、上部1箇所に通気性フィルターが付いたP.P袋（BS）に培地2.3kgを充填後、外径18mmの試験管を用いて上側6箇所に植菌孔をあけて作成した。各試験区の栄養源組成は表－9および10のとおりであり、ヨクイニン（試験①）とその原料であるハトムギ（試験②）をフスマ、コーンブラン単独およびそれらの両方と置き換えて添加した。

ハトムギは、広島県大和町産のものを用い、事前に風選により内容が充実している順から製品、二番選および二番の3等級に大別し、それぞれ殻ごと粉碎して添加した（写真－2）。なお、ハトムギの添加量は、試験①の3または5区にならい、殻を除いた部分が4または8%含まれるように添加し、殻による若干の増分は培養基材から同分量を減じた。試験は、1試験区あたり8菌床を用い、発生日数および子実体収量等について調査を行った。

培養は、温度22℃、湿度65%の暗所条件下にて50日間行った。発生操作は、培養を完了した菌床を温度17℃、相対湿度90%以上の連続照明条件下において子実体形成を促した。なお、子実体は、管孔が開いた時期を目安に収穫を行った。

表－9 マイタケの菌床栽培試験①における各試験区の栄養源組成

試験区	フスマ	コーンブラン	ヨクイニン	備考
1 フスマ区（対照）	195	0	0	
2 フスマ＋コーンブラン区（対照）	70	125	0	a)
3 4%コーンブラン置換区	70	35	90	
4 4%フスマ置換区	0	105	90	
5 8%フスマ＋コーンブラン置換区	10	5	18	b)

注：表中の数値は、1菌床（2.3kg）あたりの添加量（g）を示す。

a) フスマ：コーンブラン＝1：1の容積比とした。

b) フスマ：コーンブランの重量比は3区に準じた。

表-10 マイタケの菌床栽培試験②における各試験区の栄養源組成

試 験 区	フスマ	コーンブラン	ハトムギ	備 考
6) 4%製品区	70	35	143	a), c)
7 8%製品区	10	5	286	b), c)
8 4%二番選区	70	35	143	a), c)
9 8%二番選区	10	5	286	b), c)
10 4%二番区	70	35	155	a), c)
11 8%二番区	10	5	310	b), c)
12 二番区	0	0	195	d)

注：表中の数値は、1菌床（2.3kg）あたりの添加量（g）を示す。

a) 試験①3区の組成を基本とした。

b) 試験①5区の組成を基本とした。

c) 各ハトムギは、殻を除いた中身の部分を4または8%含む添加量とした。

d) 5%ヨクイニンの添加に相当する。

（4）シイタケ

種菌は、北研 H600号および明治製菓 KV-92号を用いた。培地は、表-4の組成を基本とした。菌床は、上部1箇所に通気性フィルターをもつP.P袋（BS）に培地2.3kgを充填後、外径18mmの試験管を用いて上側6箇所に植菌孔をあけて作成した。各試験区の栄養源組成は、表-11のとおりであり、培地重量の4および8%相当のヨクイニンをフスマと置き換えて添加した。試験は1試験区あたり8菌床を用い、計3回の発生操作により得られる子実体収量、収穫本数および形質等について調査を行った。

培養は、温度22℃、湿度65%の暗条件下に3カ月間行った。発生操作は、培養が終了した菌床を袋から取り出して表面を水洗いした後、温度15℃、相対湿度90%以上の連続照明条件下の発生室に展開して子実体形成を促した。なお、子実体は、菌傘の内被膜が切れた時期を目安に収穫し、収穫物は各サイズ（LL：菌傘直径6cm以上，L：5～6cm，M：4～5cm，S：2～4cm，SS：2cm未満）ごとに重量および本数を測定した。なお、2回目の発生操作は、1回目の収穫を終了した時点で直ちに一昼夜（約16時間）浸水処理を行い、連続して前述の発生条件下に展開した。また、3回目の発生操作は、2回目の収穫終了後1カ月の休養期間をおいて同様の処理を行った。

表-11 シイタケの菌床栽培試験における各試験区の栄養源組成

試 験 区	フスマ	ヨクイニン
1 フスマ区（対照）	184	0
2 4%フスマ置換区	92	92
3 8%フスマ置換区	0	184

注：表中の数値は、1菌床（2.3kg）あたりの添加量（g）を示す。

3. 結果および考察

1) スクリーニング

（1）液体培地によるスクリーニング

68種類の漢方薬を供試した結果、No.19, 20, 22, 26, 29, 31, 47, 53, 55, 59, 63, 83および100

表－12 各種漢方薬の添加がヒラタケ（森39号）菌糸成長に及ぼす影響

No.	生 薬 名	5 %	10%	No.	生 薬 名	5 %	10%
1	カッコントウ	17.8	39.9	51	ジュンチョウトウ	33.8	13.9
2	カッコントウカセンキュウシンイ	14.8	27.6	52	ヨクイニントウ	23.0	76.0
3	オツジトウ	8.9	34.6	53	ソケイカッケツトウ	68.8	47.8
7	ハチミジオウガン	32.0	18.5	55	マキョウカンセキトウ	46.6	32.7
8	ダイサイコトウ	33.6	19.5	59	ヂヅソウイッポウ	39.2	41.0
9	ショウサイコトウ	10.3	23.6	61	トウカクジョウキトウ	27.2	13.2
10	サイコケイシトウ	33.5	22.4	62	ボウフウツウショウサン	11.9	20.9
12	サイコカリユウコツボレイトウ	30.0	23.3	63	ゴシヤクサン	52.4	39.2
15	オウレンゲドクトウ	8.8	8.7	64	シャカンゾウトウ	34.7	31.7
16	ハンゲコウボクトウ	26.4	12.3	68	シャクヤクカンゾウトウ	10.8	16.9
17	ゴレイサン	42.1	20.4	74	チョウイジョウキトウ	20.8	13.9
18	ケイシカジュツブトウ	34.5	17.6	80	サイコセイカントウ	7.2	9.7
19	ショウセイリュウトウ	66.3	47.5	83	ヨクカンサンカチンビハンゲ	32.4	68.5
20	ボウイオウギトウ	60.7	82.8	84	ダイオウカンゾウトウ	18.6	15.1
22	ショウフウサン	100.1	72.5	90	セイハイキトウ	6.0	23.7
23	トウキシヤクヤクサン	9.1	45.2	95	ゴコトウ	17.5	23.6
24	カミショウヨウサン	17.3	24.2	96	サイボクトウ	12.1	18.4
25	ケイシブクリョウガン	21.7	23.6	97	ダイボウフウトウ	5.1	22.2
26	ケイシカリユウコツボレイトウ	61.5	112.0	100	ダイケンチュウトウ	71.6	83.5
27	マオウトウ	40.5	18.1	106	ウンケイトウ	11.3	33.3
28	エッピカリユウトウ	26.8	25.7	107	ゴシャジンキガン	34.8	24.7
29	バクモンドウトウ	55.2	68.8	108	ニンジンエイヨウトウ	7.7	19.5
31	ゴシュユトウ	45.3	50.7	109	ショウサイコトウカキキョウセッコウ	16.1	16.6
32	ニンジントウ	35.7	17.1	113	サンオウシャシントウ	9.1	20.5
35	シギヤクサン	3.8	32.1	114	サイレイトウ	14.5	23.4
37	ハンゲビヤクジュツテンマトウ	11.2	13.5	117	インチンゴレイサン	37.7	22.8
38	トウキシヤクカゴシュユショウキョウトウ	31.8	29.6	120	オウレントウ	18.0	22.7
39	リュウケイジュツカントウ	7.2	27.7	121	サンモツオウゴントウ	16.1	12.0
40	チョレイトウ	33.0	34.8	122	ハイノウサンキュウトウ	17.0	24.8
41	ホチュウエッキトウ	4.1	5.0	125	ケイシブクリョウガンカヨクイニン	15.0	42.0
43	リックンシトウ	32.9	38.2	126	マシニンガン	13.7	15.6
45	ケイシトウ	58.7	26.0	128	ケイヒトウ	15.7	23.3
47	チョウトウサン	54.8	49.2	135	インチンコウトウ	26.4	4.6
48	ジュウゼンタイホトウ	46.8	27.8	138	キキョウトウ	9.5	21.5

注：表中の数値は、平均値（mg）を示す。

*対照区平均乾燥重量は、31.4mgであった。

表－13 各種生薬のヒラタケ（森39号）菌糸成長に及ぼす影響

No.	生 薬 名	PDB 培養試験結果 (mg) a)			PDA 培養試験結果 (mm) b)		
		1.25%	2.5%	5 %	1.25%	2.5%	5 %
1	シャクヤク	22.2	23.9	7.4	nt	nt	nt
2	バクモンドウ	29.2	17.4	25.6	43.3	39.3	31.7
3	タイソウ	31.3	21.4	37.5	59.7	54.7	46.0
4	センキュウ	27.9	14.6	17.6	—	—	—
5	チョウトウコウ	27.6	18.2	16.1	73.0	61.3	74.0
6	ジオウ	33.7	27.2	9.3	68.3	52.3	36.3
7	チンピ	22.3	27.1	10.2	60.0	57.7	47.7
8	ニンジン	23.9	21.2	42.2	59.3	57.7	50.0
9	ケイヒ	14.2	4.9	7.0	nt	nt	nt
10	ソウジュツ	16.9	4.6	2.8	nt	nt	nt
11	ヨクイニン	21.8	20.1	31.2	70.3	73.0	68.3
12	ボウイ	25.8	6.5	6.4	28.7	7.0	—
13	マオウ	25.3	14.6	9.6	76.0	58.0	41.3
14	ブクリョウ	18.8	22.3	16.6	nt	nt	nt
15	オウギ	12.6	18.4	19.9	nt	nt	nt
16	水飴	18.7	23.4	21.9	nt	nt	nt
17	ハンゲ	29.2	36.9	89.8	77.7	74.3	77.7

注：表中の数値は平均値を、また、nt は試験を行わなかったことを示す。

a) 対照区の菌糸体平均乾燥重量は、25.4mg であった。

b) 対照区の菌糸平均伸長量は、64.0mm であった。

の13種は全添加区に、No.17, 27, 45, 48, 55は5%区に、また、No.1, 23, 52, 125は10%区においてそれぞれ菌糸体重量の増加がみられた(表-12)。そこで、これら22漢方薬の主要な原料とされる生薬17種を選び、その1.25, 2.5および5% (w/v) 量をPDBに添加して同様に試験を行い、それぞれの成分が菌糸体重量に及ぼす影響を調べた。

その結果、ハンゲにおいては、5%区まで用量依存的に菌糸体重量の増加がみられたが、シャクヤク、ケイヒ、ソウジュツ、ブクリョウ、オウギ、水飴の6種では、いずれの添加量においても対照区の成績より劣っていた。また、ボウイやマオウでは、1.25%区において菌糸体重量にあまり影響を及ぼさなかったが、それ以外の区では添加量の増加に伴い菌糸体重量が減少した(表-13左側)。

以上の結果から、森39号に対する各供試生薬成分の菌糸増殖促進効果については、それぞれの優劣を評価できたが、こうした評価結果が必ずしもキノコの子実体増収効果に反映するとは考えにくい。そこで、その添加により菌糸体重量の低下が明らかとなった6生薬については、菌糸の増殖を阻害するおそれがあるものとして除き、残りの11生薬は全て二次スクリーニングの対象とし、次の試験に供することにした。

(2) 固形培地によるスクリーニング

①PDA 培地によるスクリーニング

試験は、前項(1)の一次スクリーニングにより選んだ11種の生薬を用いて行った。各生薬成分を含むPDAで培養を行った森39号の菌糸伸長量は、表-13の右側に示した結果のとおりであり、ヨクイニンおよびハンゲの全添加区、チョウトウコウの1.25, 5%区およびマオウの1.25%区においては、菌糸伸長量が対照区の成績より優れていたが、他の生薬添加区では、むしろ菌糸伸長を阻害する傾向を示し、センキュウやボウイ添加区では顕著な菌糸伸長阻害作用が認められた。

以上の結果から、寒天培地による試験結果がPDBによる液体培養試験結果とは必ずしも一致しないことが明らかとなったが、最終的には、これまでのスクリーニング結果において、いずれも森39号に対して顕著な菌糸成長阻害作用を示さなかったチョウトウコウ、ハンゲ、マオウ、ヨクイニンの4生薬を子実体増収に寄与しうる資源と考え、次の小規模菌床培地を用いた栽培試験に供することにした。

なお、センキュウとボウイにみられた顕著な菌糸伸長阻害作用については、これらの生薬がともに抗菌物質であるフタリド類を含んでいるため(13)、それらによることが考えられた。

②菌床培地によるスクリーニング(6)

試験には、前項①までの結果から、チョウトウコウ、ハンゲ、マオウおよびヨクイニンの4生薬を用いた。結果は、表-14に示すように森39号およびH67号のヨクイニン2.5%区において子実体増収が最も顕著であり、1菌床(ビン)あたりの収量は、おのおの5.93gおよび6.79g/菌床と対照区のそれぞれ1.4強および1.8倍弱に達するとともに、収穫本数にも若干の増加がみられた。また、H67号では、ヨクイニン1.25%区でも対照区の約1.3倍の増収がみられ、やはりその添加による増収効果が示唆された。

一方、H7号では、いずれの生薬添加区においても対照区以上の子実体増収を確認できなかったが、

その理由としては、ヨクイニンに対するレスポンスの種菌による差やヨクイニンの添加量がこの種菌に適切なものでなかったことなどが考えられた。また、この他の生薬では H67号においてハンゲ2.5%区に1.3倍強の増収がみられたが、他の種菌にそうした顕著な傾向は確認できなかった。

なお、本紙面での報告は割愛するが、オガコと栄養源の割合を10:1にして同様の試験を実施した場合にも、ヨクイニン区には子実体収量の増加が確認された。そして、その試験では、添加したヨクイニンについて、同量から倍量に相当するグルコースならびに可溶性デンプンの添加区を設けたが、それらの収量は、いずれもヨクイニン区より劣っていた。

こうした結果から、ヨクイニンは、ヒラタケの菌床栽培において子実体増収機能をもつ培地添加剤として活用できる生薬資源であることが示され、その効果については、単にヨクイニン成分の約50%を占めるデンプンの添加だけでは十分な説明がつかなかったことから、その他の成分も関与している可能性が示唆された。

2) ヨクイニンを添加した菌床培地による各種キノコの栽培試験

(1) ヒラタケ (8)

各試験区の栽培日数および子実体収量等に関する結果を表-15に示した。なお、試験②は、森39号および H67号の両種菌で、ともに不特定多数の菌床が雑菌汚染により子実体がしおれたり収穫できないなどの被害を受け、6, 7, 8区では十分な収量調査が行えなかった。こうしたことから、表中の発生日数と子実体収量、収穫本数に関する結果は、各区ともに供試した16菌床中収量の高い順から上位10菌床分のデータをもとに平均値を算出し、所定のデータ数が得られなかった試験区については、評価の対象から除外した。

栽培日数に関しては、ヨクイニン添加区の培養日数が、森39号で約1~4日、H67号で約4~6日1, 2区より短縮したが、発生日数ではともに2~3日長くなったため、トータル日数ではあまり変

表-14 各種生薬添加培地によるヒラタケ栽培試験スクリーニング結果

試験区	添加量 (%)	子実体収量および収穫本数					
		森39号		H67号		H7号	
		(g)	(本)	(g)	(本)	(g)	(本)
対照区	—	4.17	3.3	3.82	3.2	4.39	3.0
チョウトウコウ	1.25	3.80	3.2	4.12	4.5	3.88	3.8
	2.5	3.82	3.3	3.13	3.7	3.44	4.0
ハンゲ	1.25	4.09	2.7	4.32	3.8	3.28	2.3
	2.5	4.26	3.5	5.10	4.0	4.11	2.5
マオウ	1.25	3.88	3.3	4.25	3.8	4.26	4.3
	2.5	3.67	3.8	3.36	3.7	4.46	3.0
ヨクイニン	1.25	4.01	3.2	4.99	5.8	4.33	3.7
	2.5	5.93	4.4	6.79	5.0	3.37	3.7

注：表中の数値は、1菌床（ビン）あたりの平均値を示す。

わらないものとなった。子実体収量については、森39号が10>1>4=2>5>3区、H67号が9>10>5>1>4>2>3区の順で、ヨクイニン高用量添加区が増収する傾向にあり、収量が最大であった森39号の10区で73.7g/菌床と1区の1.3倍弱、H67号の9区で104.5g/菌床と2.4倍の重量を示した。また、各区の収量をそれぞれ収穫本数で割った一本重でみると、いずれの種菌においても5, 9, 10区などヨクイニン高用量添加区の子実体が大型化していた(写真-3)。

なお、今回の試験は、雑菌汚染による影響をかなり受けたにもかかわらず、9, 10区の菌床では被害があまり目立たなかったが、このような点については、ヨクイニンの添加によってヒラタケ菌糸の増殖が促進された結果、健全な菌床がつくられことが要因の一つに考えられた(写真-4)。

以上の結果から、ヒラタケの菌床栽培においては、ヨクイニン9%以上の添加区に子実体収量の増加が認められ、その添加方法については、いずれの種菌でも4区の収量が3区よりやや多かったことから、フスマとの置換が好ましいものと思われた。なお、前述のとおり本試験は、雑菌による被害が多かったため、今後再試験を実施して結果を確認する必要がある。

表-15 ヨクイニン添加培地によるヒラタケ栽培試験結果

種菌・試験区		培養日数 (日)	発生日数 (日)	子実体収量 (g)	収穫本数 (本)	一本重 (g/本)
森39号	1	18.0	11.7	57.9	23.1	2.5
	2	18.1	14.5	44.5	14.2	3.1
	3	16.1	15.1	38.6	10.9	3.5
	4	16.4	14.9	45.7	10.6	4.3
	5	16.8	14.3	44.5	11.4	3.9
	6	×	×	×	×	—
	7	×	×	×	×	—
	8	×	×	×	×	—
	9	×	×	×	×	—
	10	14.0	13.7	73.7	23.6	3.1
H67号	1	20.4	11.8	43.5	31.0	1.4
	2	20.9	11.7	31.8	19.0	1.7
	3	16.4	11.8	28.8	23.6	1.2
	4	16.6	11.8	40.3	26.3	1.5
	5	16.5	12.5	53.0	22.6	2.3
	6	×	×	×	×	—
	7	×	×	×	×	—
	8	×	×	×	×	—
	9	14.9	12.8	104.5	33.5	3.1
	10	14.2	13.6	74.7	24.1	3.1

注：表中の数値は、1菌床(ビン)あたりの平均値を示す。また、×は、雑菌汚染によりデータが得られなかったことを示す。

(2) ナメコ

子実体は、供試した全ての菌床から収穫された。各試験区の栽培日数および子実体収量等に関する結果を表-16に示した。

栽培日数については、ヨクイニン添加区において森13号で約3~8日、N108号で約2~3日ほど1区より短縮していたが、発生日数では逆に森13号で約5~19日、N108号で約3~7日長くなり、トータル日数はやや長めとなった。子実体収量については、森13号が4>3>5>2>1区の順でヨ

表-16 ヨクイニン添加培地によるナメコの菌床栽培試験結果

種菌・試験区	培養日数 (日)	発生日数 (日)	子実体収量 (g)	収穫本数 (本)	一本重 (g/本)
森13	1	24.1	40.2	63.0	25.2
	2	20.7	35.1	67.7	26.4
	3	21.4	21.0	75.3	32.0
	4	20.0	35.2	81.0	42.8
	5	16.4	30.1	73.4	47.0
N108	1	18.2	16.0	124.6	104.2
	2	15.9	15.9	118.3	88.2
	3	16.1	22.2	113.7	66.6
	4	15.3	18.9	106.2	74.2
	5	15.0	22.9	94.2	58.0

注：表中の数値は、1菌床（ビン）あたりの平均値を示す。

クイニン添加区でやや増加する傾向にあったが、N108号では、 $1 > 2 > 3 > 4 > 5$ 区の順でヨクイニンの添加量の増加に伴い減収する傾向がみられ、種菌によって結果がまちまちであった。また、収穫本数は、子実体収量とおおむね平行な関係にあったが、一本重でみると、森13号の4、5区ではかなり小型化しているにもかかわらず、N108号の3、5区では逆に若干重めのものとなっており、供試種菌によってヨクイニンに対するレスポンスがかなり異なっていた。

以上の結果から、ヨクイニンの培地添加は、ナメコの菌床栽培において必ずしも期待した増収効果が得られないことが示唆された。したがって、その利用にあたっては、使用する種菌ごとに添加の良否や配合を充分検討する必要があるものと思われた。

(3) マイタケ (9)

子実体は、供試した全ての菌床から収穫された。各試験区の発生日数および子実体収量に関する結果を表-17に示した。

表-17 ヨクイニン添加培地によるマイタケの菌床栽培試験結果

試験区	発生日数 (日)	子実体収量 (g)
1	20.5	392.5
2	25.2	378.0
3	22.8	414.3
4	22.0	396.3
5	19.3	329.2
6	20.2	485.5
7	20.2	389.2
8	22.5	484.2
9	18.7	403.7
10	21.3	445.5
11	19.5	405.3
12	20.7	394.7

注：表中の数値は、1菌床（袋）あたりの平均値を示す。

発生日数については、2区でやや長くなる傾向はあったが、残りの試験区はおおむね20日前後で大差はみられなかった。また、収穫された子実体の形態については、1区で葉が小さく茎が目立つものが多い（写真－5）、5区で部分的に未分化の生育原基が散見（写真－8）されほか、ハトムギ区では、殻の配合割合が多くなるにつれて葉が大きくなり粗くつく傾向がみられた（写真－7）。

子実体収量においては、試験①の結果、3 > 4 > 1 > 2 > 5 区の順で、4%ヨクイニンをコーンブランに置換した3区で若干の増収傾向がみられたが、これをフスマに置換した4区は対照2区と同程度の収量であり、5区は顕著に減収した。

3区と5区にみられたこの傾向は、試験②の結果からも確認された。すなわち、3区に準じて4%ヨクイニン相当量の各ハトムギをコーンブラン置換した6、8、10区の子実体収量は、いずれも対照区より有意に増加し、6（製品）区と8（二番選）区（写真－6）では、485g/菌床前後と対照区の約1.2～1.3倍の子実体が得られたが、5区に準じてその倍量（8%ヨクイニン相当量）のハトムギを添加した7、9、11区では、いずれも4%区の収量より低かった。また、二番ハトムギを単独添加した12（5%ヨクイニン相当量添加）区は395g/菌床で、1区と同程度の収量であった。

以上から、マイタケ森51号の菌床栽培においては、4%ヨクイニンおよび同等量のハトムギ添加区に子実体増収が確認され、その添加方法は、4区の収量が3区よりやや多かったことから、コーンブラン置換が好ましいものと思われた。また、この増収は、3区と6、8、10区および5区と7、9、11区の収量比較から、ヨクイニン成分による効果以外に、殻の添加も大きく寄与していることが示唆されたが、他方では、8%区のように多量の添加が逆に収量低下を招くことも明らかとなった。

表－18 ヨクイニン添加培地によるシイタケの菌床栽培試験結果（1）

種 菌 ・ 試 験 区	発生回数別子実体収量および収穫本数						計		一本重	
	1 回 目		2 回 目		3 回 目					
	(g)	(本)	(g)	(本)	(g)	(本)	(g)	(本)		(g/本)
H600	1	145	7.1	315	16.7	141	5.0	601	28.8	20.9
	2	381	36.9	274	15.0	166	6.8	821	58.7	14.0
	3	68	3.9	228	12.8	124	3.8	420	20.5	20.5
KV-92	1	192	5.2	214	7.2	146	4.0	552	16.4	33.7
	2	325	7.0	296	12.1	96	2.8	717	21.9	32.7
	3	522	29.6	182	7.6	39	1.1	743	38.3	19.4

注：表中の数値は、1菌床（袋）あたりの平均値を示す。

表－19 ヨクイニン添加培地によるシイタケの菌床栽培試験結果（2）

種 菌 ・ 試 験 区	サ イ ズ 別 子 実 体 収 量 お よ び 収 穫 本 数										
	2 S		S		M		L		2 L		
	(g)	(本)	(g)	(本)	(g)	(本)	(g)	(本)	(g)	(本)	
H600	1	13	3.0	59	6.4	106	6.8	139	6.1	285	6.5
	2	57	13.5	151	17.9	163	11.7	235	10.4	215	5.2
	3	17	4.4	35	3.8	65	4.2	86	3.5	217	4.6
KV-92	1	16	2.7	23	2.3	41	2.2	71	2.4	402	6.8
	2	9	1.9	27	2.3	76	4.3	148	5.1	458	8.3
	3	33	6.5	110	10.8	134	8.2	207	7.8	259	5.0

注：表中の数値は、1菌床（袋）あたりの3回発生分の平均値を示す。

なお、一般にマイタケの収量を左右する培地の要因としては、その配合や成分のほかに、通気性や保水性、水分含量および用いるオガコの材質、粒径などの物理性も大きく関与している（18）ことはよく知られているが、ハトムギ殻の効用については、どのような要因によるものであるかまだ不明であることから、今後詳しく調べたいと考えている。

（4）シイタケ

各試験区の子実体収量および形質等に関する結果は、それぞれ表-18, 19に示した。なお、表中の数値は、各区ともに供試した12菌床のうち総収量の高い順から上位10菌床分のデータをもとにそれぞれの平均値を算出した。

子実体収量については、H600号では $2 > 1 > 3$ 区、KV-92号において $3 > 2 > 1$ 区の順で、H600号の3区の成績以外では、ヨクイニン区が対照区より有意に増加していた。これを、発生回数別にみると、H600号では、1, 3区において2回目発生時の収量が最も高かったが、2区は、 $1 > 2 > 3$ 回目発生の順であり、1, 2回目発生分だけで総収量の約8割に相当する655 g/菌床が収穫され、1区の総収量601 g/菌床を越えていた。また、こうした傾向は、KV-92号のヨクイニン区でも同様で、1区の総収量552 g/菌床に対して、2, 3区の2回目発生分までの収量はそれぞれ621, 704 g/菌床であった（表-18）が、これらの結果は、ヨクイニンの培地添加がシイタケの菌床栽培期間を短縮できる可能性を示唆している。また、総収量が1区よりも高かったH600号の2区とKV-92号の2, 3区では、その内訳を子実体サイズ別にみると、L, M, S規格のものの大半が、ヨクイニンの添加量の増加に伴い、収量、本数においてともにそれぞれ1区の約2, 3倍に増加している傾向にあることから（表-19）、商品価値の高いサイズの子実体の割合を数多く生産できる可能性が示唆された。

一方、収穫時における子実体の形態については、いずれの種菌の場合も対照区では未発達の原因が多く、ヨクイニン区では若干の菌床に菌傘が変形した子実体がみられた（写真-9）が、このほか、特に問題はみられなかった。

以上の結果から、ヨクイニンの培地添加は、シイタケの菌床栽培においても、商品価値の高い子実体の発生量（数）を増やし、収穫期間を短縮する効果によって増収をはかることができるものと考えられたが、その添加量については、ナメコの場合と同様に種菌ごとに最適な量を調べる必要がある。

4. まとめ

本章では、キノコの子実体増収に寄与する物質を生薬類に求め、ヨクイニンの培地添加にその効果をみいだすとともに、ヒラタケ、ナメコ、マイタケおよびシイタケなど各種キノコの菌床栽培試験において、培地添加によりそれぞれ子実体の増収を確認することができた。

ヨクイニンは、ハトムギの種皮を除いた種子のことで、利尿、排膿、消炎、鎮痛、滋養、強壮等への効果を持つ。主な成分（13）は、デンプン約50%、タンパク質15~20%、脂肪油6~8%であり、その組成は、既存栄養源であるフスマやコーンブランとよく似ている（14）が、増収効果は、これらのものより優れていた。また、その他の特殊成分としては、抗腫瘍成分コイクセノリド（根にはコイクソール）を含み、この成分を取り込むキノコには、付加価値が期待される。

ヨクイニンおよびハトムギの利用コストは、現在のところ他の栄養源に比べかなり割高であるが、ハトムギは、大規模栽培が可能な作物であることから、将来コストダウンを図れる可能性は充分にある。また、今回は、ヨクイニンの培地添加による子実体増収効果の検証を行うにとどまり、物質的な探究まで至らなかったが、今後こうした活性物質を知ることにより、低コストな培地添加剤を開発できる可能性は充分にあるだろう。

一方、スクリーニングの過程では、本章のねらいとは逆に、キノコ菌糸の伸長を阻害する生薬も見つかったが、このような活性をもつ物質が日常経口的に摂取される材料のなかに含まれていることから、安全面で既存の防除農薬に代用できる可能性が高いと予想されるため、次の機会にはこのような資源についても探索を行ってみたい。

おわりに

地球温暖化、ダイオキシン問題など、化学物質による環境破壊や汚染問題が世界規模で注目されている昨今の情勢をみると、いわゆる“地球に優しい”社会ならびに産業システムの育成、構築は、今世紀最大のテーマといえる。こうしたなか、農林業分野において重要な研究課題のひとつには、既存の化学農薬に代わり、環境保全的なニーズに対応しうる性能を持つ安全な物質の探索、導入作業があげられることはいうまでもない。本研究による成果および知見が、将来このような取り組みのなかで少しでも活用されれば幸いである。

本研究の遂行にあたり、秋田県総合食品研究所堀一之博士、秋田県立大学附属木材高度加工研究所山内繁助教授ならびに東京フードテクノ鈴木壮幸博士には、NMR、IRをはじめとする各種分光スペクトルを測定していただきました。静岡大学農学部衛藤英男教授、轟泰司助教授ならびに農業環境研究所藤井義晴他感物質研究室長には、アブシジン酸の同定において数々の貴重なご助言を賜りました。また、当秋田県森林技術センター菅原冬樹きこの担当主任研究員には、各種キノコの栽培試験において共同研究者として試験計画から実施に至るまでご指導・ご協力いただきました。さらに、広島県大和町役場外谷悦嗣産業振興課長には、供試材料として何度も沢山のハトムギをお送りいただきました。ここに心から感謝いたします。

引用文献

- (1) Elroy L. Rice (1991) アレロパシー (八巻敏夫・安田環・藤井義晴 共訳, 学会出版センター, 東京).
- (2) 禿泰雄 (1994) アブシジン酸の実用化研究の現状と課題. 植物の化学調節 29, 155-163.
- (3) 河岸洋和ら (1997) キノコの生理活性物質 (キノコの化学. 菅原龍幸編, 朝倉書店, 東京), 143-180.
- (4) Kinzo J. et al (1987) Studies on the constituents of *Pueraria lobata*. III. Isoflavonoids and related compounds in the roots and the voluble stems. *Chem. Pharm. Bull.* 35, 4846-

4850.

- (5) 佐藤博文 (2000) クズ (*Pueraria thunbergiana* Benth.) 葉に含まれる植物発芽成長阻害物質の検索. 東北森林科学会第5回大会講演要旨集: 61pp.
- * 本発表において, ABA の¹H-NMR ケミカルシフトの帰属に一部誤りがありました。正しくは文献 (16) を参照されたし。また, 静岡大轟助教授のご助言により, カルボン酸をもつイソプレン側鎖が6員環に対してエアカトリアルの配座をとらないということも明らかとなりました。併せて訂正し, ここに深くお詫び申し上げます。
- (6) 佐藤博文・菅原冬樹 (2001) キノコの増収に寄与する森林資源の探索—生薬からのスクリーニング—. 東北森林科学会第6回大会講演要旨集: 59pp.
- (7) 佐藤博文 (2001) 植物生理活性物質の検索とその利用に関する研究. 秋田県森林技術センター研究報告 8: 1-11.
- (8) 佐藤博文・菅原冬樹 (2002) ヒラタケ菌床栽培における培地へのヨクイニン添加効果. 東北森林科学会第7回大会講演要旨集: 61pp.
- (9) 佐藤博文・菅原冬樹 (2003) マイタケ菌床栽培における培地へのヨクイニン添加効果. 第114回日本林学会大会学術講演集: 608pp.
- (10) Setchell K. D. R. et al (1987) High-performance liquid chromatographic analysis of phytoestrogens in soy protein preparations with ultraviolet, electrochemical and thermospray mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography* 386, 315-323.
- (11) 佐野昌典・菅原冬樹・田中修 (2001) 段ボールを利用したキノコ栽培. 日本応用きのこ学会誌 9, 161-170.
- (12) 高橋久光・増岡彩子・李玲子 (1999) アブシジン酸, ブラシノステロイド, およびジャスモン酸の種子の発芽に対する実用効果と作用性について. 植物の化学調節34, 97-105.
- (13) 難波恒雄・津田喜典 (1993) 生薬学概論. 南江堂, 東京.
- (14) 日本飼料標準 (1999) 農林水産省農林水産技術会議編. 中央畜産会, 東京.
- (15) 平井伸博 (1996) アブシジン酸の生物有機化学的研究. 植物の化学調節 31, 28-40.
- (16) Hirai N. (1999) Abscissic acid (Comprehensive natural products chemistry. Eds. Barton D.H.R. et al, Pergamon-Elsevier, Oxford), 72-79.
- (17) Porfirio C. et al (1986) Isoflavones from an insect-resistant variety of soybean and the molecular structure of afrormosin. *Journal of Natural Products* 49, 1126-1129.
- (18) 牧野純 (2002) マイタケ (2002年版きのこ年鑑. きのこ年鑑編集部編, プランツワールド, 東京), 180-185.
- (19) 増田芳雄・勝見允行・今関英雅 (1971) 植物ホルモン. 251-288, 朝倉書店, 東京
- (20) 山崎博子 (1996) 植物の蒸散制御とアブシジン酸. 植物の成長制御31, 59-67.
- (21) 山下恭平 (1975) 植物の生理活性物質 化学の領域選書10. 南江堂, 東京.

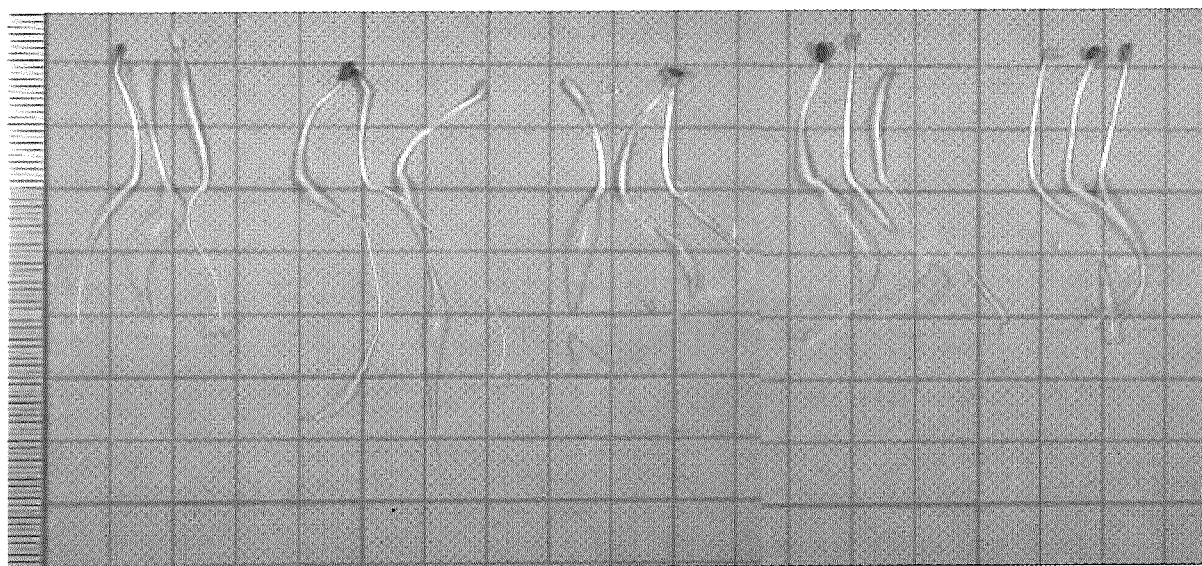


写真-1 各種イソフラボン誘導体等におけるレタス幼根伸長活性
(左から対照, ゲニステイン, ダイゼイン, ビオカニン A およびアピゲニン各125ppm を供試)

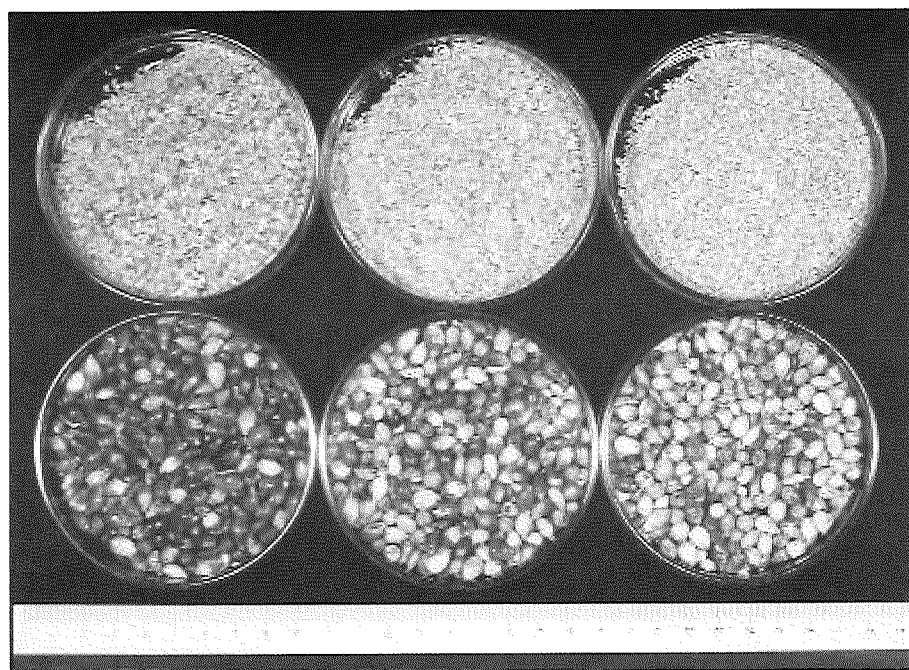
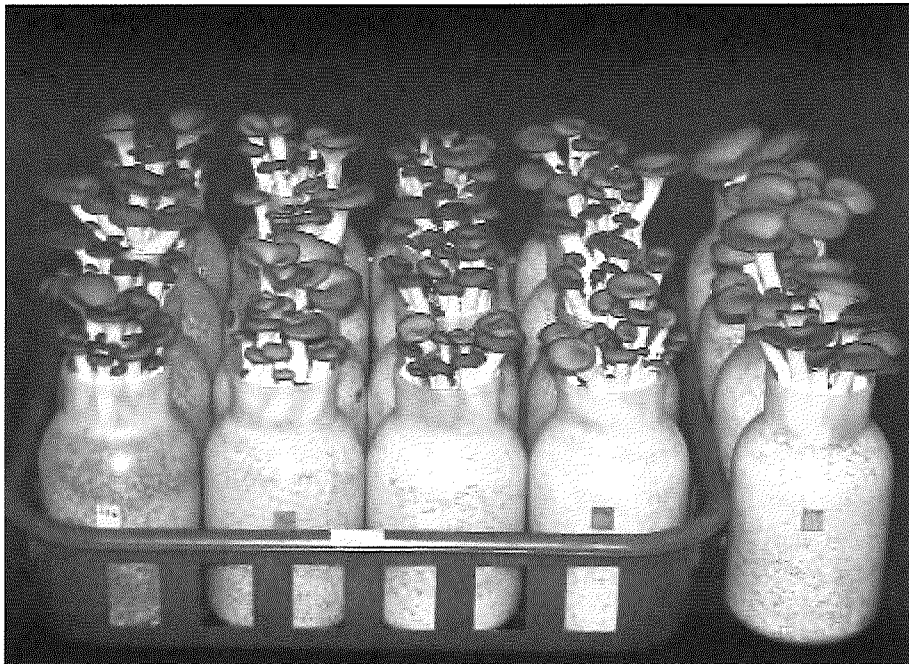


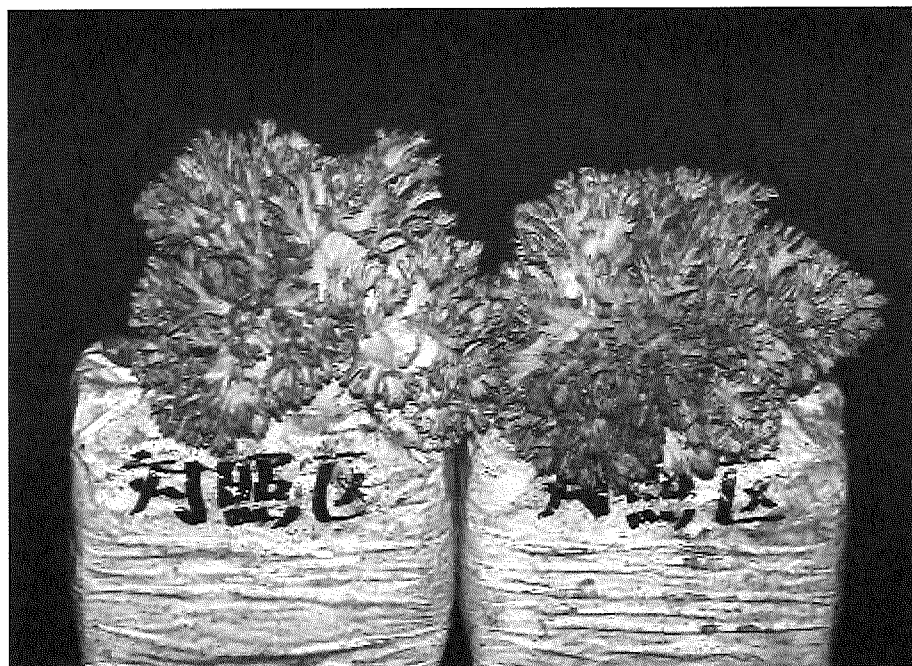
写真-2 供試したハトムギ
(左から製品, 二番選, 二番, 上はそれぞれの粉碎物)



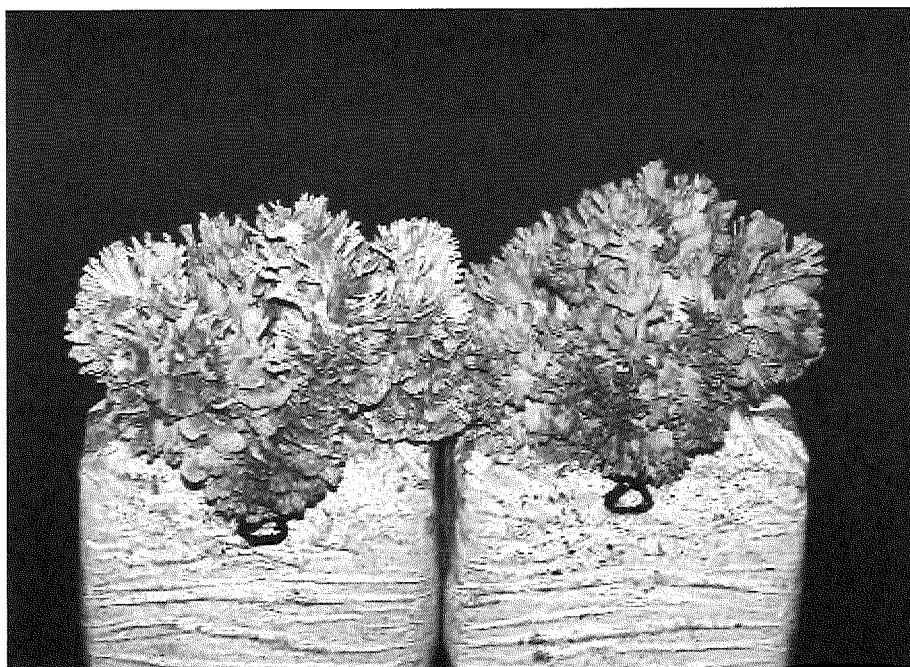
写真－3 ヒラタケ H67における子実体発生状況
(試験区は、左から1, 2, 3, 4, 5 区の順)



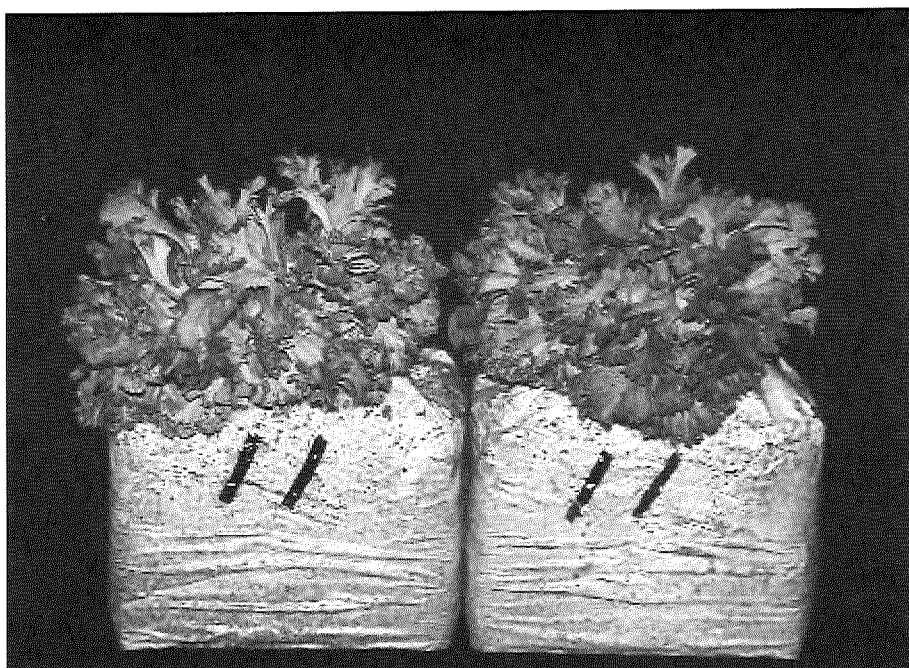
写真－4 ヒラタケ H67号における培養収量直後の菌糸蔓延状況
(左は上から1, 2, 3 区, 右は上から4, 5 区の順)



写真－5 マイタケ森51号の対照区における子実体発生状況
(全体的に葉が小さく茎が目立つ)



写真－6 マイタケ森51号の8区における子実体発生状況



写真－7 マイタケ森51号の11区における子実体発生状況
(全体的に葉が大きくなり、つきが粗い)



写真－8 マイタケ森51号の5区における子実体の未分化原基



写真－9 シイタケ KV-92号の3区における子実体菌傘の変形

研 究 報 告（第11号）

平成15年7月発行

編 集 編集委員長 高橋 正治
編 集 委 員 小畑 洋, 伊藤 精二, 矢田部 隆
阿部 実, 菅原 冬樹

発 行 秋田県河辺郡河辺町戸島字井戸尻台47-2

秋 田 県 森 林 技 術 セ ン タ ー

郵便番号 019-2611

T E L 018-882-4511

F A X 018-882-4443

e-mail: forest-c@pref.akita.jp

印 刷 株式会社 三 戸 印 刷 所



古紙配合率100%再生紙を使用しています

BULLETIN
of
THE AKITA PREFECTURE FOREST TECHNICAL CENTER

No.11 2003. 7

contents

- Breeding Project on Resistance to the Pine-wood Nematode in Tohoku district
..... Kunihiro SUDA • Seiji ITOU • Kyoko MASAKA • Hitoshi TOGASHI
Satoshi SAWATA • Akio SASAKI 1 ~ 12
- Development of superior strains for mushroom production Fuyuki SUGAWARA 13~109
I. Fundamental of breeding for mushroom production in *Lentinula edodes* 13~ 96
II. Antifungal activities of polygodial (*Persicaria hydropiper*) against fungal
contamination 97~109
- Screening and Utilization of Profitable Bioactive Substances in Forestry
.....Hirofumi SATO • Fuyuki SUGAWARA 111~136