

きのこ生産と関連する諸科学

善 本 知 孝

リンゴの輝やきはしない。ミカンの人なつっこきはしない。きのこは、しかし、いつのまにか、生鮮食品で確かな位置をしめ始めた。その形のしめすように、地味ではあるが。きのこの生産額は1年間におよそ2,000億円(表1)、これはリンゴをこえ、ミカンに迫る。

きのこ生産には、他の生産業と同じように、生産すること、そのものに意味があるのはいまでもない。それに加えて、林業地に仕事をつくるという、重要な意味がある。

森林から優れた木材をうるためには、下草刈り、枝打ち、蔓切りなど日常の手入れは、欠かせない。しかし木材生産からえられる収入は少ない。したがってそれ以外の収入が林業地でえられなければならない。収入源のないとき、人々は森林を離れ、森林は荒れる。

わが国の生産林業所得は、昭和54年次には約8,036億円、そのうち木材生産によるもの、6,923億円、きのこ生産によるもの975億円で、きのこは全所得の12%である。しかし、これをもう少し立ち入って考察すると、違った様子に気づく。すなわち、林業家を、所有している林地の面積別に分け、それぞれについて、前と同じ品目別生産額を求めると、表2のようになる。日本の林業家の99%までが、林業収入の1/4をきのこに負っていることがわかる。このことからはっきりいえることだが、きのこ生産は森林の維持、管理に不可欠である。かつては、薪や炭の生産が負っていた役割を、いまはきのこ生産が負っている。

きのこの生産がこのように盛んになったのは、さまざまな事情が重なりあったためであろう。第一は、よい菌が見つかり、栽培方法が改良された、第二は、コナラ、クヌギなどが薪や炭として使われなくなり、また、スギ、ヒノキ造林のため切り倒され、きのこ生産用として安く手にはいるようになった、第三は、食生活が変わり、栄養が少ないのに、きのこは好んで食べられた、こんな事情があろう。

1. 生 産

きのこ生産の方法が、20年来、少しずつ変わってきた。変わる速さは、年をおって、大きくなっているようだ。

(1) シイタケ

シイタケは生産額の7割をしめる。その生産方法は、他のきのこことくらべ、従前よりのものに、最も近い。原木に種菌をうめこみ、林内に放置し、菌が十分に広がったのを確認したのち、冷水につけてきのこの発生を促し、ビニールハウス内などにおいて、きのこの生育をまつ。これが多くの場合にとられる方法である。

原木としては、コナラ、クヌギがおもに使われる(コナラ68%、クヌギ28%、他4%)。シイタケ生産量は急増している。昭和35年を100とすると、55年は1,204にもなる。したがって原木使用量も急増し、3年前には、年間200万 m^3 にもなった。それにつれて原木の価格も急上昇し、1 m^3 2万円にもなっている。この価格は、パルプ用チップの3倍以上である。このような事情から、他の樹種の材をつかってシイタケをつくる試みを、あちこちで行っている。

種菌は、10指をこす専門生産会社が供給している。菌の性質に関する研究、改良は活発に行われている。良質、多収穫であり、かつ必要な季節に、必要な量を供給するため、さまざまな工夫がなされている。山野に、優れた菌を求めるほか、胞子からでた菌糸(一核菌糸—後出)を交配し、新品種をうる試みも活発に行われている。この人為的交配によるシイタケは、いま使われている菌の過半をしめると考えてよいだろう。

生産施設の整備も、近年著しく変化したところである。原木に菌を蔓延させる、いわゆる「ほだ木」化の過程が人工的施設内で行われるのは少ない。しかし、水につけ、きのこをだす過程は、かなり整備された施設で行われることが多い。水温、室温の調節は、当然のように行われている。

表1 きのこの生産量と生産額(試算)¹⁾
(昭和55年の値)

名	生産量 (トン)	単 価* ¹ (円/kg)	生産額 (億円)	割 合 (%)
生シイタケ	79,855	910	730	67
乾シイタケ	13,579	4,400	600	
エノキタケ	52,565	588	310	16
ナメコ	16,776	753	130	7
ヒラタケ	13,660	850	120	6
マッシュルーム	6,270* ²	1,237	100	5
計			1,990	

*¹ 東京中央卸売市場の入荷額

*² 昭和53年の量

表2 昭和54年度林業粗収益¹⁾
(1戸あたり平均, 千円)

保有規模 (万ha)	林 数 (万)	総額	育林	素材	薪炭	きのこ	その他
総 数	253	693	371	126	18	126 (18.2)	52
5~20ha	24	444	242	40	18	111 (25.0)	33
20~50ha	4	1,181	526	312	21	210 (17.8)	113
50~100ha	0.7	3,256	1,993	750	33	189 (5.8)	291
100~500ha	0.3	8,948	5,134	3,369	11	175 (2.0)	258

() は総額に対する%

(2) エノキタケ

エノキタケは生産額の2割弱をしめる。その生産方法は、他のきのこことくらべ、最も機械化されている。また、市場にでているエノキタケの姿や形は、野生のものと著しく違っている。

生産は、すべての過程が人工制御された室内で行われる。800~1,000mlのポリびんに、おが粉と米ぬか(3:1, 体積比)をつめ、高温、高圧で殺菌後、菌を接種する。菌の培養は18°Cの部屋で約3週間行う。菌の蔓延後、表面の菌をとりさってから13°Cの部屋に移し、「あめ出し」という、きのこの原基形成を行う。ここで、いわばきのこの芽がでる。9日ぐらいで出そろうので、さらに低温の部屋(8°C)に移し、「ならし」をする。この部屋では、ひとつのびん内で、すべてのきのこが同じように育つよう、生育の抑制が行われる。3~4日たってから、さらに温度を下げ、5°Cの部屋に移す。この刺激できのこは再び生育

し、約10日後、収穫される。

このような温度調節以外にも、湿度、通気量、光量の調節が行われている。とくに「ならし」以後の、きのこがでている過程では、発生するガス、酸素要求などについて、深い注意が払われている。空気を供給するパイプラインが、部屋全体に生育しているエノキタケの上をゆっくり移動するさまなど、工場の感がある。湿度、光量は人の味覚、視覚の求めに応じて、調節されている。なお、これらの調節は、温度のことなる四つの部屋で、別々に行われるのが普通であるが、同一の部屋を生育時期にあわせて、温度を変えることも、一部では行われている。

エノキタケの生産は種菌の供給から、きのこの出荷まで農協の単位で行われることが多い。その意味でも生産の組織化は進んでいる。

おが粉はスギが多く、半年屋外につんで樹脂ぬきしたものが使われる。また米ぬかのほか、コーンブランも使われる。

(3) その他のきのこ

シイタケ、エノキタケのほか、ヒラタケ(市場名シメジ)、ナメコなどが大量に生産されているきのこである。これらもそのほとんどが、おが粉と米ぬかで生産されている。培養基の種類とその量を表3に示した。

おが粉の種類は、ヒラタケがスギで、ナメコはブナが中心である。これらのほか、マイタケ、キクラゲ、なども生産されているが、ブナ木粉はど

表3 きのこ生産に使われている
培養基の種類と量²⁾

	シイタケ	ナメコ	エノキタケ	ヒラタケ
原木 (千m ³)				
昭和50	1,802	53	—	6
昭和55	2,047	38	—	4
箱 (千箱)				
昭和50	—	8,148	—	1,995
昭和55	—	12,525	—	1,031
ビン (千本)				
昭和50	—	5,653	392,425	28,363
昭和55	—	19,230	491,493	140,677
きのこ生産量 (トン)				
昭和50	58,560	11,416	37,497	4,763
昭和55	79,855	16,776	52,565	13,660

—は生産実績なし。

のきのこにもよく、したがって品不足となり、値段が高い。

きのこ生産に使われる木材の量も相当に多い。培養の仕方が違うので、正確な値は求めにくい。生シイタケの55年生産量と54年使用原木量から求めると、きのこ1トン当り木材は1,097,699/79,855=13.7 m³が必要である。したがって昭和55年のシイタケ以外の3主要きのこ生産量、83,001トンに必要な木材量は、約114万m³にもなる。これにシイタケ生産用原木量212万m³を加えた値、326万m³がキノコ生産に使った木材量である。昭和54年の木材生産量、3,327万m³の1割にも及ぶ。

2. きんこ生産と関連する諸研究

きのこ生産の拡大につれ、原料となる木材が少しずつ不足しはじめた。その顕著な例はシイタケの原木価格である(表4)。この値は全国平均であり、局地的には1本300円をこえるところもあるという。一方、おが粉も、以前は製材工場の廃棄物であったものが、近頃は商品となり、スギで1m³6,000円、ブナはそれの1~2割も高い値がつくという。このような事情も反映し、従来パルプ工場へ流れていたチップが、粉細され、おが粉として売られることも日常的になった。

きのこ原木との関係は非常に古く、現場には豊富な経験がある。しかしそれらを裏づけるような研究例は非常に少ない。まして、おが粉による生産は近時発達したものであり、研究歴もほとんどない。しかし上記のような原木事情のため、きのこ生産と生産用培地との関係は、多くの人の関心を集めはじめた。そこで関係する研究例の紹介を行う。

稿を始めるに先立ち、きのこについて若干述べる。

表4 シイタケ原木の価格²⁾

	なら類		くぬぎ類	
	1本当り	m ³ 当り	1本当り	m ³ 当り
昭51年	135	16,600	147	17,500
52	145	17,600	156	18,500
53	156	19,200	168	20,100
54	164	19,200	178	20,200
55	173	20,900	185	21,500

食用となるきのこは、図1に示したように、菌界のなかで最も進化した担子菌に入る。担子菌綱はさらに細かく分けられるが、食用となるものは、ほとんどハラタケ目に入る。なお人のガンにきくといわれるサルノコシカケなどはヒダナシタケ目、またキクラゲはキクラゲ目にはいる。現在、生産されているハラタケ目のきのこの学名は表5のとおりである。

これらきのこの一生は、ほとんどの種類で、図2に示したようである。きのこの傘のひだについていた胞子がおちて、1核菌糸が生まれる。つまり細胞に一つの核しか含まない菌糸である。これ

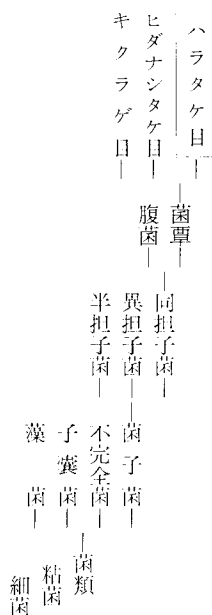


図1 “食用きのこ”と菌界

表5 栽培用食用きのこの分類(ハラタケ目)

シメジ科 Tricholomataceae
<i>Lentinus edodes</i> シイタケ
<i>Flammulina verutipes</i> エノキタケ
<i>Pleurotus ostreatus</i> ヒラタケ(シメジ)
スメリガサ科 Hygrophoraceae
<i>Grifola frondosa</i> マイタケ
<i>Panellus serotinus</i> ムキタケ
<i>Ganoderma lucidum</i> マンネンタケ
モエギタケ科 Strophariaceae
<i>Pholiota nameko</i> ナメコ
<i>Naematoloma sublateralitium</i> クリタケ
ハラタケ科 Agaricaceae
<i>Agaricus bisporus</i> ツクリタケ(マッシュルーム)

()内は商品名

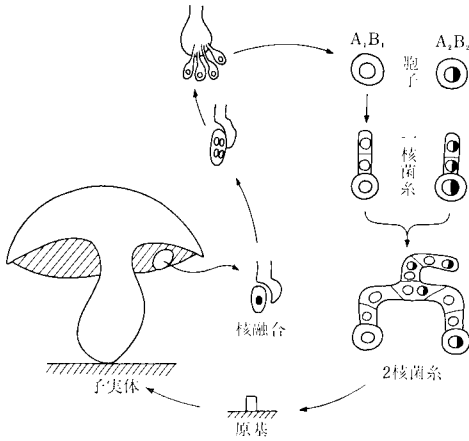


図2 きこの一生

表6 シイタケの基本培地
(培地1Iについて)

グルコース	30.0 g
酒石酸アンモン	2.0 "
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.5 "
KH ₂ PO ₄	1.0 "
Na ₂ CO ₃	1.12 "
フマル酸	1.32 "
Fe ₂ (SO ₄) ₃ として鉄	0.2 mg
ZnSO ₄ · 7H ₂ Oとして亜鉛	0.2 "
MnSO ₄ · 4H ₂ Oとしてマンガン	0.1 "
チアミン-塩酸	100 μg

が性的にあった他の1核菌糸と結びついて、2核菌糸が生まれる。この過程を人為的に行えば、前述のように新品種が生まれることになる。2核菌糸は生長して、ある時期に、低温刺激などをうけ、子実体をつくる。子実体形成前を、栄養菌糸、以後を生殖菌糸とよぶ。

食用菌は、栄養菌糸時代も、生殖菌糸時代も、天然では木材だけを食べていく。この意味では、木造住宅を腐らせる木材腐朽菌の一種にすぎない。木材の7割はホロセルロース、2~3割はリグニン、5分弱が特殊成分で、木材腐朽菌には、ホロセルロースだけを食べる、褐色腐朽菌と、リグニンも食べる白色腐朽菌がある。食用になる菌は、不思議なことだが、すべて白色腐朽菌である。白色腐朽菌の著しい特色は、リグニンを分解するため、ラッカーゼなど、フェノール分解酵素群を木材にだすことである。なお、セルロースの分解に必要な酵素はセルラーゼである。

したがって食用きのこ生産に関する研究には、木材が菌の培地(培養基と同じ)として使われるのが、原則である。しかし木材は、後で述べるように、よい栄養物ではない。また、木材の化学成分には未知のものも多い。そこで研究では、さまざまな培地が工夫され、使われている。現在使われている培地には、木粉を含むもの(おが粉培地)と含まないもの(人工培地)とがある(両者では、菌の生理が若干違ふと考えたほうがよい)。おが粉培地でもしばしば行方が、タマネギ、ジャガイモなどの煮汁、麦芽抽出物、ペプトンなどの添加が、人工培地では行われる。これらは化学成分については詳しくは不明だが、菌の生長を確か

に促進する。なお、その種のをまったく含まない、化学薬品のみからなる培地も、必要に応じて使われる。シイタケに使われた例を表6に示す。

菌が育つための栄養要求は、栄養菌糸の時代と生殖菌糸の時代では、かなり違う。したがって、本稿では両者を分けて、菌の生育と培地との関係について考察を行う。

(1) 栄養菌糸

栄養菌糸が培地に十分に広がったあと、子実体が生まれると、古くからいわれている。したがって菌糸の生育に関する研究はきのこ生産の重要な基礎研究の一つである。

1) 人工培地

水に栄養分をとかした人工培地で食用菌を育てる研究は二つの意図で行われている。第一は菌の生理を知るため、第二は菌の大量培養を行うためである。

① 栄養と酵素分泌

菌は培地から各種の栄養素をとりこんで、生育する。その時要求する栄養は四つに大別される。炭素源、窒素源、無機塩そしてビタミンである。シイタケについては、それらが、グルコース、アンモニア態窒素、マンガン、チアミンであるとされている³⁾。ただしチアミン以外のものは、他の類似物でもおきかえられる。

菌はさまざまな目的で培地に酵素をだす。それらのあるもの、たとえばセルラーゼは、セルロースを分解して栄養をとるためという。シイタケがだす酵素としては、セルラーゼ、ラッカーゼ、アマラーゼ、タンナーゼなどがある⁴⁾。しかし酵素

の分泌が環境によって変わることもわかっており、たとえばセルラーゼに関しては、グルコースがその分泌を妨げるとき（白色腐朽菌）と、妨げない場合（褐色腐朽菌）とのあることが知られている⁵⁾。また、グルコースはヒラタケのラッカーゼ分泌を促進する⁶⁾。

ラッカーゼの役割は、ふつうリグニンなどフェノール成分を分解することにあるとされている。しかしラッカーゼはリグニンを含まない人工培地でも、菌からでる。前記抽出物無添加の人工培地でシイタケは、接種12日後に最も強いラッカーゼ活性を示す⁷⁾。培地にでるラッカーゼは以後急にへり、やがて活性の9割はきえるという。これは、ラッカーゼを妨げるものが培地にできるためらしいという。一方、12日以後、空気中につきでている菌糸には、ラッカーゼが徐々に増え、子実体ができる25日以後には急増する。これらのラッカーゼは、みな、シイタケが体の外にだす、いわゆる菌体外酵素である。

② 生育促進

菌糸を液体の培地で早く育てられれば、食用きのこの生産を工業的に行うためには都合がよい。いま、醗酵工業で行われていることと、同じ手順で、生産物がえられるからである。しかし食用菌の菌糸で初めて出会う、若干の問題がある。

その一つとして、菌糸が塊りになることがある。大きさは10~30 mm ぐらいだが、そのため生産量がおちる。これを防ぐためデンプンなどの添加により、粘性の増加を行うことがある⁸⁾。添加すると、菌は分散して生育し、生育につれてデンプンが分解するので、培地の粘性はしだいにおちる。最終段階では液体となり取扱いが容易である。

このような考え方に立ち、次のような試験が行われ、よい結果が菌生産量についてえられている⁹⁾。すなわちデンプン70~90 g/l、グルコース10 g/l、コーンステープリカー15~20 g/lなどを含む培地では、シイタケ菌糸が11時間で45 g/l（乾物の重さ）えられた。なお、炭素源がグルコースのみのときには、10 g/lである。またこの条件でグルコースは5%で生育を妨げるが、ショ糖は7%でも妨げないという。

このように、いわゆる糖類を炭素源として使うのが普通であるが、エタノールも使えることがわかって¹⁰⁾。

いろいろな物質の添加が菌糸の生長を促すた

め、試みられている。それらのうち、成果が詳しく調べられているものに、パルプ廃液がある^{11,12)}。すなわち、木材から紙をつくるパルプ化には、多くの方法があるが、その一つ亜硫酸法で生ずる廃液が菌糸の生産を著しく促進する。生長量は無添加に比べ5倍で、廃液中の多糖、またはリグニン・糖複合体の亜硫酸塩が効果の原因物であるという。

このように液体培地で育てた菌糸ではそのまま放置しても、普通、きのこは出てこない。きのこ生育に適した培地に移しかえる必要がある。最適培地組成の違い（後出）のほか、菌糸を一度水からはなすことも、きのこ発生に役立つらしい⁸⁾。

2) おが粉培地

おが粉は大鋸粉であり、木粉のうちでも比較的荒いものだ。したがって通気性を適度に保つ働きももつ。この役割は、きのこ生産の場では、大切に使われているけれど、関連する研究は少ない。研究の中心は、おがこの栄養価の低さのおぎない方、毒性の消し方などにある。栄養の補給は、米ぬか、コーンブラン、ふすまなどで生産の場では行われている。木材と米ぬかの成分の概要を表7に示す。窒素含量が木材ではきわめて低い。

① 栄養

おが粉に25%米ぬかを加えると、ヒラタケ、シイタケ菌の生長は4~5割増える¹³⁾。栄養にかかわる値として、培地の炭素量と窒素量との比、C/Nがよく使われるが、おが粉のC/Nは271であるのに対し、米ぬかを加えると、70.6になる。菌の生長にはC/N=30付近が適当とされており¹⁴⁾、したがって後者は栄養的にみてよい。しか

表7 きこの培地の組成

	木 材	米 ぬ か
セルロース	50~55	8 (せんい)
ヘミセルロース	20~25	45 (可溶性糖)
リグニン	20~25	
粗 脂 肪	5>	14
粗たん白	1>	14
灰 分	0.5>	9
C	50~52	
H	5~6	
O	40~42	
N	0.3>	2
K ₂ O	0.05	1.4
P ₂ O ₅	0.03	3.8

し栄養の問題を離れても、米ぬかの添加は菌の生育を促す¹³⁾。すなわち米ぬかを含むと、おが粉培地は適度な水分を含むようになり、そのためにおが粉と米ぬかとの接触面積が増え、菌の生育に都合がよくなる、という。

米ぬか、コーンブラン（とうもろこしぬか）、ふすまなどには、それぞれに独特の栄養物が含まれていることもありうる。しかし現在までにこれらに関する研究はない。

おが粉は広葉樹材のもの、とくにブナ木粉が好んで使われる。栄養面からみて、好まれる理由はとくにないが、樹脂など菌の生育阻害物が針葉樹と比べ広葉樹に少ないことに一因があるかもしれない。

(2) 生育の阻害と促進

針葉樹材のおが粉は、エノキタケやヒラタケの培地として使われているが、使用前約6か月間屋外に放置され、「やにぬき」をされている。針葉樹に限らず、木材中の樹脂分やフェノール成分は菌の生長を妨げる。

エノキタケは熱帯材ジョンコンのおが粉では生長しないが、これは材中のフェノール成分であるガリク酸のためである¹⁵⁾。シイタケの生長は、ヤマモモの樹皮にあるフェノール成分であるミリトリシン、アカマツの材や樹皮にあるカブリン酸C₈などにより妨げられる¹⁶⁾。これらはいずれも、麦芽抽出物を含む人工培地での試験結果である。スギ樹皮に含まれる樹脂分であるフェルギノールも、シイタケの生育を妨げるが、この場合、たまねぎ抽出物を含む人工培地およびおが粉培地で、確かめられている¹⁷⁾。

菌の生長阻害は培地の種類の影響を強く受ける。たとえば針葉樹皮にあるフェノール成分（プロアントシアニジン）はペプトンを含む人工培地では、シイタケの生長を妨げるが、たまねぎ抽出物を含む人工培地では、妨げない¹⁸⁾。また、マツ属樹皮に含まれるフェノール成分、ピノシルピンは、麦芽抽出物を含む人工培地では、菌の生長を妨げるが、これに木粉を10%加えた人工培地では、妨げない¹⁹⁾。このようなことがおきたのは、添加木粉にある化学成分が菌の酵素分泌機能を刺激し、そのため増えた酵素、たとえばラッカーゼがピノシルピンを分解したためである、とされている。

添加物による生長促進効果は、米ぬか木粉培地および木粉培地（80~130メッシュ）で、シイタ

ケ菌について調べられている²⁰⁾。前記亜硫酸ハルブ廃液、ねぎ、たまねぎ、クロレラなどの抽出物が3~5割の生長促進効果を示す。

(2) 子実体（きのこ）

栄養菌糸が十分に培地にひろがったあと、生殖菌糸、すなわち子実体（きのこ）となる。この間に菌の栄養要求などが大きく変わる。この変化を知ると、菌の生理についての基礎的な知見がえられるだけでなく、きのこを効率よくうる上にも役立つ。したがって栄養世代と生殖世代の比較について多くの研究がある。

1) 人工培地

主として生理的知見をうるため、子実体ができる前と後で、菌の栄養要求の変りようが追究されている。

液体の人工培地で育てた栄養菌糸を、寒天を含む人工培地にうつして子実体をだす。この方法で、両者の栄養要求の違いが調べられている。スエヒロタケの場合、栄養世代では、ペクチン、デンプンなど培地の粘性を増すものがよい炭素源であったが、子実体では、シュクロースがよい¹⁴⁾。なお、最適C/Nは前者では40以下、後者では40以上で、窒素源はグルタミンなど塩基性アミノ酸が前者では好ましいが、後者ではとくに選択性はない、という。

菌体を含む糖を経時的に分析して、栄養要求の変化を追究した例もある²¹⁾。子実体にある可溶性の糖は、マッシュルームでは、おもにマンニトールとトレハロースである。マンニトールは栄養菌糸にもあるが、子実体では、時間とともに急増し、子実体の熟成後、激減する。このことなどから、子実体は培地からグルコースなどを吸収し、マンニトールに変えてたくわえ、必要に応じて、それを代謝すると考えられている。トレハロースは、栄養菌糸、子実体にほぼ同じ量含まれる。トレハロースは移動しやすい糖であり、子実体に菌糸から適宜補給されるらしい。

菌体を、栄養菌糸、小さな子実体、大きな子実体に分けて、それぞれにとりこまれる糖を分析する、という研究手法もとられている²²⁾。この方法により明らかにされたこととして、大きな子実体と菌糸、小さな子実体とは、きわめて対照的に挙動をすることがある。じゃがいも抽出物を含む人工培地でのエノキタケの生育試験によると、大きな子実体は、培地からの栄養と、小さな子実体お

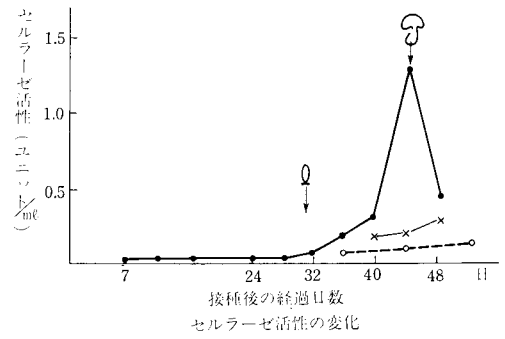
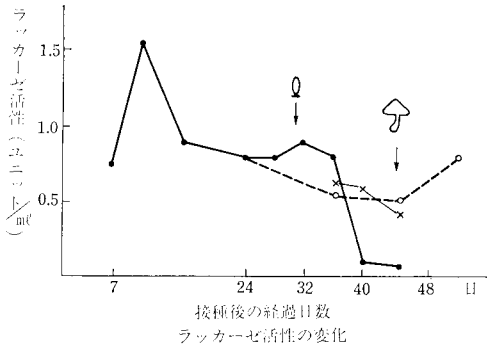


図3 ヒラタケの菌体外酵素活性の変化

● 正常の生育, ○ 低温処理なし, × 子実体切除

よび菌糸とを使って育つという。後2者の細胞壁成分やトレハロース、アラビトールなどは、大きな子実体の栄養源となる。また小さな子実体の貯蔵物の役をするグリコーゲン、分解されて、大きな子実体にとりこまれるという。

このような傾向は、アミスギタケでも見つかっている²³⁾。

2) おが粉培地

おが粉培地は人工培地のような、豊かな栄養分をもたない。そのようなところで、きのこが発生するためには、どのような形で、新たな栄養分をとるのであろうか。このことがおが粉培地での子実体研究にとり、おもな研究課題である。

① 栄養と酵素分泌

マッシュルーム生産で、培地の堆肥からどのような成分がなくなるかについて、調べられている²⁴⁾。栄養菌糸のときには、リグニンやたん白質が、子実体時代にはセルロース、ヘミセルロースが消えるという。

この生長期間に菌が体外にだす酵素も経時的に変わる^{25,26)}。すなわち栄養菌糸の初期にはラッカーゼの活性が強く、リグニンの分解は進むらしい。子実体発生処理をする頃、ラッカーゼの活性はおち、セルラーゼ、ヘミセルラーゼの活性が急増する。

ラッカーゼの活性低下は、先に述べた人工培地でのシイタケ生産でも認められた。このマッシュルームの場合については、活性の低下をおこす理由が詳しく追究されている²⁷⁾。しかしラッカーゼそのものの不安定さ、分解酵素の生産、ラッカーゼ生産の中止などいずれがおもな理由となるか、明らかではない。

おが粉・米ぬかを使ったヒラタケ生産では、こ

のような傾向がいっそう顕著である²¹⁾。26°Cで菌を育てると、ラッカーゼ活性は10日ごろピークとなり、以後激減する。子実体発生のため、24日後に16°Cに移すと、まもなくセルラーゼ、ヘミセルラーゼの活性が増し、きのこの原基のできるころにピークとなる。16°Cに移さないときには、セルラーゼの急増はなく、ラッカーゼは徐々に活性を失う。また、生じた原基をすぐにとっても同じような傾向となる。このことから、セルラーゼは子実体ができるのに必要な栄養分補給の役をはたしていると、いえよう(図3)。

ラッカーゼ活性の変化については、必ずしもセルラーゼ活性と関係するかは不明である。ジャガイモ、麦芽などの抽出物を含むおが粉培地で、シイタケのラッカーゼは、菌接種後50日後に最大活性を示し、以後減少するが、セルラーゼ活性、菌の生育量は100日頃まで弱い、という²⁸⁾。なお、セルラーゼとラッカーゼの働きとの間には、図4の関係が指摘されている²⁹⁾。

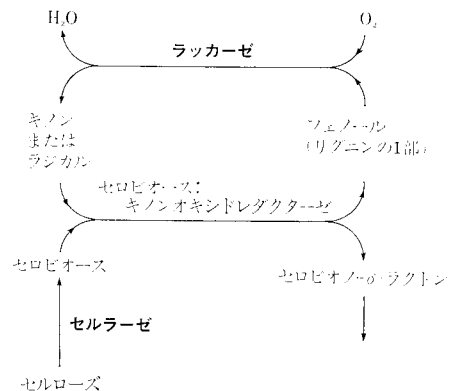


図4 セルラーゼとラッカーゼの関係

② 生育促進

食用菌のさまざまな酵素のうち、たん白質分解酵素のひとつに酸性プロテアーゼがある³⁰⁾。この働きを抑えると、子実体が早く、たくさんできるということが明らかにされた。すなわち、放線菌からえた酸性プロテアーゼ阻害剤 S-P1 は、じゃがいもやペプトンの抽出物を含む培地に 2.5~10 $\mu\text{g/ml}$ 加えると、エノキタケの発生が7日早まって17日となり、数も4本ふえ10本となった³¹⁾。

似た効果はおが粉培地でもあらわれた³²⁾。ヒラタケをおが粉 190 g、米ぬか 38 g などで育てたとき、S-P1 を加えると、収率は3倍にも増えた。なお、S-P1 の添加は、子実体発生のために低温に移したときが最もよく、濃度は培地に対して 2.5 $\mu\text{g/ml}$ が最適という。

本論文ではきのこ生産とそれに関連する科学について、現状の紹介を意図した。しかし関連する科学の領域はあまりにもひろく、筆者の専門とも離れるので、話を「きのこの生育と培地の関係」に限らなければならなかった。それでも引用した文献は30種類にも及んだ。本論文を含め、きのこ生産の科学と深くかかわるおもな領域をあげると、次のようになる。

- 1) 生態と品種改良
- 2) 生育と培地 (本稿)
- 3) 害菌の防除
- 4) 生産施設

これらの領域がすべて発達して初めて、「きのこ生産科学」ともいうべき学問が成り立ち、きのこ生産に寄与すると考える。

注

- 1) 林野庁林産課：きのこ関連統計表、1981. 8
- 2) 林野庁監修：林業統計要覧、林野弘済会発行、1981
- 3) Ishikawa, H. : Physiological and ecological studies on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. *J. Agric. Lab.* **8**: 1~53, 1967
- 4) 藤原 喬・石川春彦：シイタケ菌の酵素活性について、*農電研究所所報* **7**: 99~101, 1966
- 5) Highley, T. L. : Influence of carbon source on cellulase activity of white-rot and brown-rot fungi. *Wood and Fiber* **5**: 50~58, 1973
- 6) 岩原博樹・善本知孝・福住俊郎：ヒラタケ生育時の菌体外酵素活性の変化、*木材学会誌* **27**: 331~336, 1981
- 7) Leatham, G. & Stahmann, M. A. : Studies on

the laccase of *Lentinus edodes*, localization and association with the development of fruiting bodies. *J. General Microbiol.* **125**: 147~157, 1981

- 8) 椎尾 剛：食用きのこ栽培の効率化と醸造技術、*日本醸造協会雑誌* **71**: 418~423, 1976
- 9) 阪本禮一郎・新見 健・高橋昭之助：食用きのこのデンプン高濃度培養について、*農芸化学会誌* **52**: 83~90, 1978
- 10) 杉森恒武・大山義朗・大道妙子：担子菌における非炭水化物より菌糸体および子実体の生産、*醸酵工学* **49**: 435~446, 1971
- 11) 稲葉和功・飯塚義富・越島哲夫：シイタケ菌糸の生育を促進する亜硫酸廃液区分の分離、*木材学会誌* **26**: 482~487, 1980
- 12) 稲葉和功・飯塚義富・越島哲夫：多糖およびLCCスルホン化合物による食用きのこ菌糸の生育促進効果、*同上* **28**: 319~324, 1982
- 13) 清水 豊・近藤民雄：食用きのこ菌屑栽培における米ぬか添加の効果、*同上* **27**: 54~58, 1981
- 14) 大山義朗・吉田敏臣・田口久治：高速度子実体形成きのこの検索と *Schizophyllum commune* の栄養条件、*醸酵工学* **54**: 131~137, 1976
- 15) 南 亨二・阿部善作：ジョンコン材中のエノキタケの生育阻害成分について、*日本林学会誌* **57**: 125~126, 1975
- 16) 大賀祥二・田畑武夫・近藤民雄：原木のシイタケほど木適性、*木材学会誌* **23**: 459~463, 1977
- 17) 中島 健・善本知孝・福住俊郎：スギ材中のシイタケ菌阻害成分、*同上* **26**: 698~702, 1980
- 18) 鮫島正浩・善本知孝：針葉樹樹皮抽出物がシイタケ菌等の生育に及ぼす影響 (未発表)
- 19) Loman, A. A. : Bioassays of fungi isolated from *Pinus contorta* var. *latifolia* with pinosylvanin, pinosylvaninmonomethyl ether, pinobanksin, and pinocembrin. *Canadian J. Botany* **48**: 1305~1308, 1970
- 20) 大賀祥治・近藤民雄：栄養添加培地でのシイタケ菌糸蔓延促進およびヒポクレア菌との拮抗、*木材学会誌* **27**: 136~140, 1981
- 21) Hammond, J. B. W. & Nichols, R. : Carbohydrate metabolism in *Agricus bisporus* (Large) Sing., Changes in soluble carbohydrates during growth of mycelium and sporophore. *J. General Microbiol.* **93**: 309~320, 1976
- 22) Kitamoto, Y. & Gruen, H. E. : Distribution of cellular carbohydrates during development of the mycelium and fruitbodies of *Flammulina velutipes*. *Plant Physiol.* **58**: 485~491, 1976
- 23) 北本 豊・山根延夫・細井 登・市川吉夫：置

- 換培養におけるアミスギタケの子実体形成の栄養条件. 日菌報 **15**: 60~71, 1974
- 24) Gerrits, J. P. G. : Organic composit constituents and water utilised by the cultivated mushroom during spawn run and cropping. *Mushroom Sci.* **7**: 116~126, 1969
- 25) Wood, D. A. & Goodenough, P. W. : Fruiting of *Agaricus bisporus*; chang in extracellular enzyme activities during growth and fruiting. *Arch. Microbiol.* **114**: 161~165, 1977
- 26) Turner, E. M., Wright, M., Ward, T. & Osborne, D. J. : Production of ethylene and other volatiles and changes in cellulase and laccase activities during the life cycle of the cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. *J. General Microbiol.* **91**: 167~176, 1975
- 27) Wood, D. A. : Inactivation of extracellular laccase during fruiting of *Agaricus bisporus*. *ibid.* **117**: 339~345, 1980
- 28) 沖 妙・渡部広行・石川久雄: シイタケ菌によるリグニンの生分解について. 木材学会誌 **27**: 696~702, 1981
- 29) Westermarck, U. & Eriksson, K.-E.: Cellobiose: quinone oxidoreductase, a new wood-degrading enzyme from white-rot fungi. *Acta Chemica Scandinavica* **24**: 209~214, 1974
- 30) 川合正允: 担子菌におけるプロテアーゼの生産性およびその凝結活性の分布. 農芸化学会誌 **47**: 467~472, 1973
- 31) 寺下隆夫, 河野又四, 村尾澤夫: 2, 3担子菌の子実体形成に及ぼす酵素阻害剤 *Streptomyces-P1* の影響. 醸酵工学 **56**: 175~181, 1978
- 32) 寺下隆夫・小田耕平・河野又四・村尾澤夫: 酸性プロテアーゼ阻害剤 S-P1 による人工しめじ(ヒラタケ)の増産. 同上 **59**: 55~57, 1981
(東京大学農学部教授)