

# 発酵食品工場副産物の利用研究

漆原 栄治\*

## 1. 緒言

バイオテクノロジーの進歩により、最近では市販生きのこの種類・量ともに多くが菌床（きのこの栄養材として米糠及びふすま等をおが屑と混ぜ合わせた固体培地）栽培されている。生シイタケ<sup>1)</sup>を例にして見ると、かつて原木栽培であったが平成6年頃から急速に菌床栽培が普及し始め、現在、国内生産高で上位ランクの徳島県では県産の90%、北海道及び岩手県では60%が菌床で栽培されている。第5位の本県は原木生シイタケ栽培(全国第2位)が盛んで有るが、菌床も漸次増加している。

菌床栽培では照明、換気、温度、湿度及び無菌環境等の最適管理を行い安定した高い収量を得ることができる。このため、空調設備が整った大規模クリーンルーム内で大量のきのこの周年栽培する企業も台頭している。

一方、きのこ市場では低価格の輸入品が最近出回っており、より一層の生産コストの削減が企業に課せられている。そこで、発酵食品工場副産物の一つでありタンパク質、糖質に富む醤油粕をきのこの栄養材として有効利用できないか、このことについて検討したので報告する。

## 2. 試験方法

### 2.1 菌床きのこ栽培試験

1) きのこ種菌及び資材種菌：マイタケ、シイタケ、ナメコは市販の菌床用おがこ種菌。おが屑及びチェンソーチップの樹種：コナラ。栄養材：醤油メーカーより採取した醤油粕（本醸造濃口）20Kgをミキサーで破碎均一化したもの。米糠、ふすま：市販品。栽培袋：2.5Kg用

2) 菌床培地の調製及びきのこ栽培

チェンソーチップを60%（重量法）配合したおが屑に所定量の醤油粕（乾物重）を混合し水分65%に調整した培地を作る。これを栽培袋へ詰め、菌床きのこ栽培マニュアル<sup>2)</sup>に準拠した。なお、各々の試験区は5連制で実施した。空調栽培は主に茨城県林業センターの施設を用いた。

3) きのこの収量調査

マイタケ：菌傘が8分開きに採取し、重量を測った。

シイタケ：傘の開きが6～7分開き、直径が3cm以上を採取する。3番発生までの総量を収量とした。

ナメコ：傘の直径が1cm以上を採取する。3番発生までの総量を収量とした。

### 2.2 醤油粕の塩化ナトリウム分析

醤油粕50gに水250mlを加え、ミキサーでホモジナイズし、これを遠心分離機で水層と沈殿物に分ける。沈殿物について、さらに同様の操作を3回繰り返す、水層を合わせ減圧濃縮し、700ml定容にする。これより5mlとりモール法<sup>3)</sup>に従って塩化ナトリウム(以下NaCl)分析した。

### 2.3 きのこ菌糸の耐塩性試験

1) 供試菌：菌床用の市販おがこ種菌より分離した菌を供試した。マイタケ、シイタケ及びナメコはきのこ栽培試験に供した同一菌株を使用した。

2) 菌糸伸長量の測定：ペトリ皿平板培養による菌叢の測定法

4) に準拠した。即ち、あらかじめポテト・デキストロース寒天平板培地（以下PD培地）で培養した円形の菌叢周縁部の菌糸をコルクボーラで打ち抜き、所定量のNaClを含むPD培地(20ml)が入ったペトリ皿の中央部に接種し25°Cで培養を続け、定期的に菌叢の直径を測定した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 菌床きのこ栽培試験を始めるにあたって

きのこ栽培試験は、使用許可を得た空調栽培室の年間スケジュール（きのこの種類栽培順栽培期間）及び栽培棚の空きスペース等の制約を考慮に入れ小規模で実施した。供試きのこの種類をマイタケ、ナメコ及びシイタケの3種類とし、きのこ栄養材としての添加量をスクリーニングする試験を行った。従って比較対照としての慣行試験区は設けなかった。

### 3.2 醤油粕添加がきのこの培養期間及び収量への影響

試験結果を表1、2及び3にまとめた。菌床培地へ種菌を接種し初収穫に至る培養期間は、供試菌株及び培養環境により多少の差は有るが、ここに採用したマニュアルによると最長でマイタケ70日、シイタケ105日、ナメコ80日前後になっている。これらの日数と表中の平均培養日数を比べると、醤油粕添加によりシイタケとナメコにおいて6日前後、マイタケでは醤油粕の10及び20%の添加区で、各々12日、18日と培養期間の延長が観察された。3種類のきのこの収量は、いずれの試験区も慣行栽培における収量目安を大きく下回っていた。マイタケ及びシイタケでは醤油粕添加量の増加ともない、きのこ収量が激減する傾向が認められた。シイタケの粕30%区では、120日間培養を続けたが菌床表面を覆っている菌糸は常に白色で子実体形成への兆しが見られなかったため培養を打ち切った。

ナメコ栽培試験において原因は明らかでないが、醤油粕20%区の収量は、2番収穫後に枯渇したにもかかわらず

表1 マイタケ栽培試験

試験区	初収穫所要 の平均日数	収量 g/ 2.5 Kg袋	
		平均値(最小～最大)	
醤油粕10%添加	82	178	(122～263)
醤油粕20%添加	88	82	(58～109)
醤油粕30%添加	88	4	(0～11)

慣行栽培収量、ふすま20%:400g 前後

ふすま20%+コーンブラン10%:500g～600g

表2 シイタケ栽培試験

試験区	初収穫所要 の平均日数	収量 g/ 2.5 Kg袋	
		平均値(最小～最大)	
醤油粕10%添加	111	288	(245～317)
醤油粕20%添加	110	196	(93～290)
醤油粕30%添加	(120日培養、褐変せず)	0	

慣行栽培収量、米糠10%+ふすま10%:500g～750g

表3 ナメコ栽培試験

試験区	初収穫所要 の平均日数	収量 g/ 2.5 Kg袋	
		平均値(最小～最大)	
醤油粕10%添加	87	359 (329～371)	
醤油粕20%添加	87	436 (412～450)	
醤油粕10%+ 米糠10%添加	87	486 (446～550)	
醤油粕10%+ ふすま10%添加	87	448 (386～469)	

慣行栽培収量、米糠5%+ふすま5%:500g～750g

表4 NaClに対するきのこ菌糸の耐塩性

NaCl濃度	菌叢の直径(単位:mm)					
	培養日数					
	3	4	5	6	7	8
<b>マイタケ</b>						
無添加	2.9	5.1	8.8	16.3	23.7	36.8
1%	1.1	2.8	4.6	7.0	11.6	18.8
2%	—	—	1.0	1.9	2.5	3.0
3%	伸長なし					
<b>シイタケ</b>						
無添加	13.3	21.0	31.5	40.3	52.3	65.2
1%	3.9	6.0	7.3	9.0	10.6	12.9
2%	伸長なし					
<b>ナメコ</b>						
無添加	13.8	20.6	27.0	34.4	40.2	47.7
1%	6.7	9.1	以後伸長なし			
2%	伸長なし					
<b>ブナシメジ</b>						
無添加	9.6	12.9	16.5	22.2	27.3	32.8
1%	3.7	6.5	7.3	10.5	11.8	14.3
2%	伸長なし					
<b>エノキタケ</b>						
無添加	22.7	35.5	45.2	59.3	71.0	80.9
1%	10.5	17.6	24.4	32.4	40.9	48.2
2%	7.8	11.5	16.0	21.0	26.8	32.0
3%	—	1.6	3.1	4.9	7.8	11.0
4%	伸長なし					
<b>ヒラタケ</b>						
無添加	17.5	28.2	38.8	48.5	56.8	64.6
1%	14.2	23.5	31.7	37.7	48.6	53.1
2%	7.4	12.0	16.9	21.6	26.4	31.9
3%	—	1.1	1.9	3.2	4.5	6.2
4%	伸長なし					

直径=ペトリ皿3枚の平均菌叢直径-コルクボーラー直径

10%区に比べ約1.2倍の増収を示した。この結果は先程のマイタケ、シイタケの収量結果と異なる予想外の現象であった。仮にこの現象が醤油粕に基因するのであれば興味ある点と思われる。

ナメコの収量を上げるため醤油粕10%に米糠及びふすまを添加した試験区を設けたが、慣行収量に至らなかった。

### 3.3 醤油粕添加による菌床へのNaCl負荷ときのこの耐塩性

6種類のきのこを1～4%NaCl含有培地を用いて、きのこ菌糸の耐塩性を調べた結果を表4にまとめた。表中でヒラタ

ケ、エノキタケが3%NaCl下で生長し、且つヒラタケは1～2%NaCl下での菌糸伸長の阻害程度も軽いことから、調査したきのこの中でヒラタケは最もNaCl耐塩性が高くエノキタケ、マイタケ、ブナシメジ、シイタケ、ナメコの順に低下することが分かった。

一方、供試醤油粕のNaClを分析した結果、6.98%(乾燥重)であった。この値から65%含水菌床培地中の塩水濃度を算出すると醤油粕10、20、30%添加区は、各々0.34、0.63、0.87%(w/v)NaCl水溶液となる。これらの塩水濃度は表4の1%濃度内に包括されることから、醤油粕添加の菌床培地中に生育するきのこ菌糸はNaCl濃度に相応した伸長阻害を受けることが示唆された。このことから醤油粕添加に伴うマイタケ及びシイタケの収量減の要因の一つとしてNaClの存在が考えられる。また、耐塩性の低いナメコの場合、醤油粕10%に栄養材として米糠やふすまを強化した試験区で、さほど収量増の望めない原因の一つにNaClの影響が示唆された。

なお、本論のNaCl量は培地中に元来より潜在している値を考慮していないため、今後は総NaCl量を調査する必要がある。

### 3.4 菌床きのこ培地の栄養材として醤油粕の利用性

今回の菌床きのこ栽培試験は、主に醤油粕添加の画一的な試験に留まったが、マイタケ、シイタケ及びナメコ菌床栽培試験の結果から醤油粕の有効利用を考えると、菌床培地への添加量をおが屑の10%以下にし栄養材の不足分を米糠やふすま等の配合で補い、慣行栽培の収量と同等のレベルを維持できる醤油粕等の適性使用量を今後検討する必要がある。さらに、耐塩性の高いヒラタケ等の菌床きのこ栽培への醤油粕の有効利用も今後の検討課題と言える。

## 4. 要約

醤油粕の有効利用として、菌床きのこ培地へ粕を10～30%添加しマイタケ、シイタケ、ナメコを栽培した。その結果、いずれの試験区も慣行栽培収量を下回っていた。収量を上げるには、醤油粕を10%以下とし米糠やふすま等の配合量を検討する必要がある。

きのこ菌糸のNaCl耐塩性を調べた結果、菌糸が生育可能な塩水濃度はヒラタケおよびエノキタケ3%、マイタケ2%、ブナシメジ、シイタケ及びナメコ1%であった。この結果から、耐塩性の高いヒラタケを用いて醤油粕の有効利用を検討したい。

終わりに臨み、きのこ栽培についてご助言とご指導を賜りました茨城県林業技術センター首席研究員兼きのこ特産部長、河野公房氏に深謝します。また、菌床作り等の手助けをして頂いた職員の方々に感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 特用林産関係情報集、茨城県林業技術センターp.11 (1999)
- 2) きのこ特産技術センター情報集、茨城きのこ特産技術センター p.54 (1997)
- 3) 醤油試験法編集委員編、醤油試験法、(財)日本醤油研究所 p.6 (1976)
- 4) 最新バイオテクノロジー全書編集委員会編、きのこの増殖と育種、産業図書(株) p.50 (1992)