

# シイタケ菌床栽培における子実体生産 に及ぼす培地添加物の影響

宜寿次盛生 原田 陽 富樫 巖

## Effect of Additives on Fruiting Body Production in Sawdust Cultivation of Shiitake, *Lentinula edodes*

Seiki GISUSI Akira HARADA Iwao TOGASHI

*Keywords*: *Lentinula edodes*, wheat bran, rice bran, corn bran, sawdust bed  
シイタケ, フスマ, 米ぬか, コーンブラン, 菌床

### 1. はじめに

平成8年の北海道の生シイタケ生産量(4,124t)における菌床栽培の割合は58.9%(2,429t)であり、その割合は年々増加している<sup>1)</sup>。全国的にみても菌床によるシイタケ生産は盛んであるが、その菌床栽培は技術的に発展途上にあることや施設費等に多額の資金を要するために、原木栽培者と比較して菌床栽培者は不安定な経営状態にある場合が多い。原木栽培に対する菌床栽培の特徴は培地添加物を利用することであり、米ぬか、フスマおよび種々の市販増収剤が通常用いられている<sup>2,3)</sup>。また、培地添加物は単独で用いるほかに、数種を様々な割合で混合することもある<sup>4,5)</sup>が、その根拠や効果に関しては明らかではない。

そこで、世界の3大穀類(小麦・米・トウモロコシ)<sup>6)</sup>の副産物であるフスマ・米ぬか・コーンブランを基本的な培地添加物として位置づけて、それらの単独利用と混合利用が菌床シイタケ栽培における子実体生産量に与える影響を検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 供試菌株と培養条件

道内の生産者が入手可能な8品種のシイタケ

[J. Hokkaido For. Prod. Res. Inst. Vol. 11, No. 6, 1997]

(*Lentinula edodes*(Berk.)Pegler)市販菌株(略号: Le1, Le9, Le10, Le21, Le24, Le46, Le50, Le60)を用いた。

栽培培地はダケカンバ(*Betula ermanii* Cham.)オガコに培地添加物と水道水を加えて調製した。培地組成は絶乾重量に換算し、オガコ27.5%、添加物7.5%で水分65%に調整した。培地添加物はフスマ、米ぬか、コーンブランを、それぞれ単独(培地記号はそれぞれW, R, Cとする)、あるいは2種を1:1(絶乾重量比)で混合して加えて(培地記号はそれぞれWR, RC, CWとする)6種類の培地を調製した。これらの培地を耐熱性培養袋に2.5kg充填した後、121℃、30分間の高圧殺菌を施した。1晩放冷後、オガコ種菌を接種して、温度22℃、相対湿度70%の暗所で29日間、さらに温度25℃、相対湿度70%、12時間の間欠照明下(平均約350lx)で60日間、計89日間培養(熟成)した。なお、1試験区の供試菌床数は6個とした。

#### 2.2 子実体発生

培養終了後、菌床を袋から取り出して表面を水道水で洗浄し、発生室で子実体の発生を促した。発生室は、温度16℃、相対湿度85%に設定した空調施設(以下「空調」と呼ぶ)と暖房設備と加湿器を設けた

第1表 シイタケ菌床栽培試験における1菌床当たりの平均子実体収量  
(生産量±標準誤差)Table 1. Yields of fruiting bodies per 2.5kg of medium  
(mean of fresh weight ± s.e.).(単位:g)  
(unit:g)

菌株 Stock #	発生環境 Environment of fruiting	栽培培地 Medium						菌株の平均値 Mean
		W	WR	R	RC	C	CW	
Le1	空調 Controlled room	418 ± 25	473 ± 22	299 ± 39	386 ± 19	234 ± 10	453 ± 11	377
	ハウス Flushing house	417 ± 39	434 ± 29	101 ± 27	255 ± 32	157 ± 24	321 ± 36	281
Le9	空調	24 ± 24	51 ± 14	39 ± 22	25 ± 13	11 ± 7	0 ± 0	25
	ハウス	7 ± 7	19 ± 9	18 ± 18	60 ± 35	13 ± 13 <sup>b)</sup>	28 ± 31	24
Le10 <sup>a)</sup>	空調 <sup>a)</sup>	299 ± 22	444 ± 35	506 ± 15	575 ± 27	258 ± 29	287 ± 21	395
	ハウス <sup>a)</sup>	267 ± 59	470 ± 43	477 ± 26	511 ± 40	264 ± 34	270 ± 54	376
Le21	空調	660 ± 37	540 ± 18	546 ± 18	464 ± 33	490 ± 13	542 ± 15	540
	ハウス	654 ± 33	556 ± 27	503 ± 43	526 ± 33	442 ± 10	547 ± 9	538
Le24	空調	526 ± 31 <sup>c)</sup>	406 ± 60	427 ± 67	582 ± 28	458 ± 57	509 ± 18	485
	ハウス	484 ± 0 <sup>c)</sup>	474 ± 54	523 ± 35	584 ± 19	347 ± 12	538 ± 28	492
Le46	空調	122 ± 23	121 ± 69	88 ± 49	113 ± 34	227 ± 16	50 ± 23	120
	ハウス	87 ± 35	79 ± 21	164 ± 47	33 ± 30	168 ± 51	152 ± 40	114
Le50	空調	49 ± 22	408 ± 141	219 ± 73	330 ± 67	235 ± 37	366 ± 55	268
	ハウス	153 ± 53	155 ± 121	288 ± 106	226 ± 61	266 ± 35	366 ± 52	243
Le60	空調	730 ± 37	700 ± 39	634 ± 16	619 ± 34	417 ± 18	566 ± 30	611
	ハウス	492 ± 78	607 ± 26	605 ± 6	565 ± 18	379 ± 21	488 ± 19	522
培地の平均値 Mean	空調 ハウス	338 305	393 349	345 335	387 345	291 260	347 339	

記号：W：培地添加物にフスマ単独使用，R：米ぬか単独，C：コーンブラン単独，  
WR：フスマと米ぬかが混合使用，RC：米ぬかとコーンブラン混合，CW：コー  
ンブランとフスマ混合。

注：89日間培養後，120日間，6次発生まで発生操作を行った。供試菌床数は基本的  
に6個。

二元配置分散分析の結果，菌株間，栽培培地間，交互作用にいずれも1%の危険  
率で有意差が認められた。

a) 5次発生まで120日間発生操作を行った。

b) 供試菌床数は5個。

c) 供試菌床数は2個。

Legends：W：the medium made by wheat bran only,R：rice bran only,C：corn bran only,WR：  
wheat bran and rice bran,RC：rice bran and corn bran,CW：corn bran and wheat  
bran.

Notes：Incubation period is 89days,and 6 flushes are done for 120days.

Generally, six replicate cultuers tested for each condition.

Each of factors,(factor of stocks,factor of media)and interaction,are significant  
difference(p < 0.01).

a) Five flushes/120days.

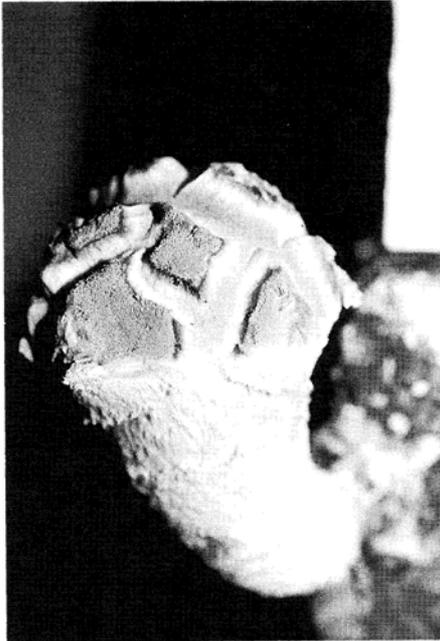
b) Five replicate cultures were tested for this condition.

c) Two replicate cultures were tested for this condition.

シイタケ発生舎（温度7.0～29.5℃，相対湿度85%，  
以下「ハウス」と呼ぶ）を用いた。

1回目の子実体を収穫（以後「1次発生」と呼ぶ。  
以下同様に「2次発生」～「6次発生」と呼ぶ）後，  
子実体の発生を促すために浸水処理を行った。浸水  
処理は，流水中に菌床を約16時間浸せきする方法を  
用い，以後約20日間隔を目安とし，6次発生まで120

日間の子実体発生を行った。発生した子実体につい  
ては，菌しゅうを覆う膜が切れた時期にステンレス  
製のハサミで根元から切りとって採取し，菌床ごと  
に生重量（以下「収量」と呼ぶ）と個数を測定した。  
また，菌傘と菌柄が分化せず菌しゅうの形成が認め  
られない子実体（第1図）を奇形子実体<sup>7)</sup>とし，浸  
水処理直前に計数した。



第1図 奇形子実体 (Le60, 1次発生)

Fig.1. Abnormal fruiting body (Le60,first flush).



第2図 二段形状の子実体(\*)および奇形子実体 (Le1, 1次発生)

Fig.2. Fruiting body that has double step cap(\*) and abnormal fruiting bodies (Le1, first flush).

第2表 シイタケ菌床栽培試験における1菌床あたりの平均子実体個数 (個±標準誤差)  
Table 2. Numbers of fruiting bodies per 2.5kg medium (mean±s.e.).

菌株 Stock #	発生環境 Environment of fruiting	栽培培地 Medium						菌株の平均値 Mean
		W	WR	R	RC	C	CW	
Le 1	空調	32 ± 3	40 ± 4	20 ± 4	29 ± 2	17 ± 2	43 ± 3	30
	ハウス	26 ± 5	27 ± 3	5 ± 2	15 ± 3	9 ± 2	18 ± 1	17
Le 9	空調	1.3 ± 1.3	1.8 ± 0.5	1.3 ± 0.6	0.8 ± 0.3	0.3 ± 0.2	0 ± 0	0.4
	ハウス	0.2 ± 0.2	0.5 ± 0.2	0.3 ± 0.3	1.8 ± 1.3	0.2 ± 0.2 <sup>b)</sup>	0.7 ± 0.5	0.6
Le10 <sup>a)</sup>	空調 <sup>a)</sup>	13 ± 2	25 ± 2	35 ± 1	44 ± 5	11 ± 1	13 ± 1	23
	ハウス <sup>a)</sup>	11 ± 2	26 ± 4	27 ± 3	34 ± 3	11 ± 2	13 ± 3	20
Le21	空調	52 ± 3	45 ± 7	45 ± 6	36 ± 4	55 ± 5	46 ± 2	46
	ハウス	49 ± 5	36 ± 5	38 ± 6	36 ± 4	38 ± 1	40 ± 3	40
Le24	空調	79 ± 5 <sup>a)</sup>	48 ± 12	45 ± 10	68 ± 4	48 ± 5	53 ± 4	54
	ハウス	43 ± 4 <sup>a)</sup>	42 ± 10	47 ± 2	59 ± 6	31 ± 3	54 ± 7	46
Le46	空調	7 ± 1	6 ± 3	4 ± 2	5 ± 2	11 ± 1	4 ± 2	6
	ハウス	3 ± 1	3 ± 1	4 ± 1	2 ± 2	8 ± 3	5 ± 1	4
Le50	空調	2 ± 1	22 ± 7	12 ± 5	17 ± 4	11 ± 2	19 ± 4	14
	ハウス	8 ± 3	12 ± 9	19 ± 7	12 ± 4	16 ± 3	17 ± 2	14
Le60	空調	40 ± 4	55 ± 4	51 ± 4	49 ± 3	37 ± 4	44 ± 3	46
	ハウス	36 ± 7	61 ± 5	60 ± 6	57 ± 3	39 ± 4	50 ± 4	51
培地の平均値 Mean	空調	24	30	26	31	24	28	
	ハウス	20	26	25	27	19	25	

記号：W～CWは第1表参照

注：第1表参照

Legends：See Table 1 for 'W-CW'.

Notes：See Table 1.

## 3. 結果と考察

菌株、栽培培地および発生環境別にまとめた96試験区について、菌床当たりの平均収量（6次発生まで）と平均個数（同）を第1表と第2表に示した。培地充填重量当たりの収量に関して、公的な基準値はないが、2.5kgの培地を用いた場合には500g以上の収量が期待されるのが一般的と思われる。Le1, Le9, Le46, Le50の4菌株についてはいずれの栽培培地においても500g未満の収量しか得られなかった。今回の試験で設定した培地添加物の種類と添加量、培養（熟成）温度と期間、発生環境が適応していない可能性が高いものと推察される。Le1, Le46, Le50の3菌株は奇形子実体が多く発生し（第3表、第1図、

第2図）、特にLe1については、菌しゅうの形成が認められる正常な子実体でも発生初期から中期において傘が二段形状となり（第2図、第3図）、発生後期でその現象が解消されたことから（第4図）菌床の培養（熟成）不足の可能性が考えられた。

子実体の発生に及ぼす培地組成の影響をみると、収量および個数ともに各培地の平均値は2種類の培地添加物を混合した場合に高い傾向がみられた。しかし、「栽培培地」と「菌株+発生環境」を因子とした二元配置分散分析の結果、両者の交互作用に有意差が認められたため、本試験で用いた菌株に共通した培地組成の影響を明らかにすることはできなかった<sup>8-10)</sup>。

第3表 シイタケ菌床栽培試験における各試験区の奇形子実体個数

Table 3. Numbers of abnormal fruiting bodies.

菌株 Stock #	発生環境 Environment of fruiting	栽培培地 Medium						菌株の合計 Total
		W	WR	R	RC	C	CW	
Le 1	空調	145	122	37	40	93	137	574
	Controlled room ハウス Flushing house	52	55	33	4	32	53	229
Le 9	空調	1	5	6	15	2	0	29
	ハウス	3	5	5	6	2 <sup>b)</sup>	4	25
Le10 <sup>a)</sup>	空調 <sup>a)</sup>	6	3	3	6	2	5	25
	ハウス <sup>a)</sup>	0	1	1	1	0	8	11
Le21	空調	1	3	4	11	0	0	19
	ハウス	0	0	1	0	7	0	8
Le24	空調	0 <sup>c)</sup>	0	14	1	1	14	30
	ハウス	0 <sup>c)</sup>	0	4	1	0	1	6
Le46	空調	55	107	117	61	57	62	459
	ハウス	58	99	48	54	7	18	284
Le50	空調	29	5	57	40	73	38	242
	ハウス	46	5	12	57	38	52	210
Le60	空調	0	0	1	1	0	0	3
	ハウス	1	0	2	0	1	0	4
各培地の合計	空調	237	245	239	175	228	256	
Total	ハウス	160	165	106	123	87	136	

記号：W～CWは第1表参照

注：89日間培養後、120日間、6次発生まで発生操作を行った。供試菌床数は基本的に6個。

菌傘と菌柄が分化せず菌しゅうの形成が認められないものを奇形子実体とした。

a)～c)第1表参照

Legends：See Table 1 for 'W-CW'.

Notes：Incubation period is 89days, and 6 flushes are done for 120days.

Generally, six replicate cultures were tested for each condition.

'Abnormal fruiting body' is defined that has no gills.

a)-c) See Table 1.

第4表 供試菌株の子実体収量に及ぼす培地組成の影響

Table 4. Effects of medium components to yields of fruiting bodies.

菌株	発生環境	栽培培地間の有意差					
Stock#	Environment of fruiting	Significant difference among the media					
Le60	空調	W	WR	<u>R</u>	<u>RC</u>	<u>CW</u>	C
	ハウス	WR	R	RC	W	CW	<u>C</u>
Le21	空調	<u>W</u>	R	CW	WR	C	RC
	ハウス	W	<u>WR</u>	<u>CW</u>	<u>RC</u>	R	C
Le24	空調	RC	W	CW	C	R	WR
	ハウス	RC	CW	R	W	<u>WR</u>	C
Le10	空調	RC	<u>R</u>	<u>WR</u>	W	CW	C
	ハウス	RC	R	WR	<u>CW</u>	W	C
Le1	空調	WR	CW	W	<u>RC</u>	<u>R</u>	C
	ハウス	WR	<u>W</u>	<u>CW</u>	<u>RC</u>	C	R
Le50	空調	WR	CW	RC	C	<u>R</u>	W
	ハウス	CW	R	C	RC	WR	W
Le46	空調	C	W	WR	RC	R	CW
	ハウス	C	R	CW	W	WR	RC
Le9	空調	WR	R	RC	W	C	CW
	ハウス	RC	CW	WR	R	C	W

記号：W～CWは第1表参照

n.s.：全培地間に有意差が認められなかったことを示す。

注：各試験区の収量平均値は第1表参照。

1本のアンダーラインは有意差のないグループを示す  
(最小有意差法； $P < 0.01$ )。

Legends：See Table 1 for 'W-CW'.

n.s.：No significant difference among all media.

Notes：See Table 2 for yields of fruiting bodies.

Underlines show groups of no significant difference.  
(LSD； $P < 0.01$ )。

そこで、培地組成の影響について各菌株および各発生環境でそれぞれ分散分析を行い、最小有意差法での比較を行った（第4表・第5表、菌株・培地は収量の多い順に並べ替えた）<sup>8-10</sup>。その結果、Le60では、空調・ハウスともコーンブラン単独使用の場合に収量が低下した。Le21は、空調・ハウスともフスマ単独使用で収量の増大が認められたが、個数に関しては有意差は認められなかった。Le24は、ハウスでの収量に関してのみ、コーンブラン単独使用で低下が認められた。Le1は収量・個数ともフスマを用

いた場合、値が増加する傾向がみられた。他の3菌株（Le9、Le46、Le50）は収量・個数とも有意な差は認められなかった。Le10は他の菌株にはみられない特徴的な性質を有していた。すなわち、米ぬかを培地添加物として用いる（単独、混合ともに）ことにより、用いない場合に対し有意に収量および個数が増大した。

第5表 供試菌株の子実体個数に及ぼす培地組成の影響

Table 5. Effects of medium components to numbers of fruiting bodies

菌株	発生環境	栽培培地間の有意差						
Stock#	Environment	Significant difference						
	of fruiting	among the media						
Le60	空調	<u>WR</u>	<u>R</u>	<u>RC</u>	<u>CW</u>	<u>W</u>	<u>C</u>	
	ハウス	<u>WR</u>	<u>R</u>	<u>RC</u>	<u>CW</u>	<u>C</u>	<u>W</u>	
Le21	空調	<u>C</u>	<u>W</u>	<u>CW</u>	<u>WR</u>	<u>R</u>	<u>RC</u>	n.s.
	ハウス	<u>W</u>	<u>CW</u>	<u>R</u>	<u>C</u>	<u>WR</u>	<u>RC</u>	n.s.
Le24	空調	<u>W</u>	<u>RC</u>	<u>CW</u>	<u>WR</u>	<u>C</u>	<u>R</u>	n.s.
	ハウス	<u>RC</u>	<u>CW</u>	<u>R</u>	<u>W</u>	<u>WR</u>	<u>C</u>	n.s.
Le10	空調	<u>RC</u>	<u>R</u>	<u>WR</u>	<u>W</u>	<u>CW</u>	<u>C</u>	
	ハウス	<u>RC</u>	<u>R</u>	<u>WR</u>	<u>CW</u>	<u>W</u>	<u>C</u>	
Le 1	空調	<u>CW</u>	<u>WR</u>	<u>W</u>	<u>RC</u>	<u>R</u>	<u>C</u>	
	ハウス	<u>WR</u>	<u>W</u>	<u>CW</u>	<u>RC</u>	<u>C</u>	<u>R</u>	
Le50	空調	<u>WR</u>	<u>CW</u>	<u>RC</u>	<u>R</u>	<u>C</u>	<u>W</u>	n.s.
	ハウス	<u>R</u>	<u>CW</u>	<u>C</u>	<u>RC</u>	<u>WR</u>	<u>W</u>	n.s.
Le46	空調	<u>C</u>	<u>W</u>	<u>WR</u>	<u>RC</u>	<u>R</u>	<u>CW</u>	n.s.
	ハウス	<u>C</u>	<u>CW</u>	<u>R</u>	<u>WR</u>	<u>W</u>	<u>RC</u>	n.s.
Le 9	空調	<u>WR</u>	<u>W</u>	<u>R</u>	<u>RC</u>	<u>C</u>	<u>CW</u>	n.s.
	ハウス	<u>RC</u>	<u>CW</u>	<u>WR</u>	<u>R</u>	<u>C</u>	<u>W</u>	n.s.

記号：W～CWは第1表参照

n.s.：全培地間に有意差が認められなかったことを示す。

注：各試験区の個数平均値は第2表参照。

1本のアンダーラインは有意差のないグループを示す  
(最小有意差法； $p < 0.01$ )。

Legends：See Table 1 for 'W-CW'.

n.s.：No significant difference among all media.

Notes：See Table 2 for numbers of fruiting bodies.

Underlines show groups of no significant difference.  
(LSD； $p < 0.01$ )。

#### 4. おわりに

本試験で用いた培地添加物の種類やその組み合わせにおいて、供試したシイタケ菌株の収量を増大する普遍的な培地組成を見いだすことはできなかった。これは常用としている培地添加物が入手不可能になった場合<sup>11,12)</sup>でも、代替物を用いることで子実体の生産性に大きな影響が生じない可能性を示唆する。一方、今回の試験で交互作用の影響があったものの2種類の培地添加物を混合することで収量が高くなる傾向がみられたことから、2種類以上の培地添加物の混合や、その他の培地添加物の混合がシイタケ

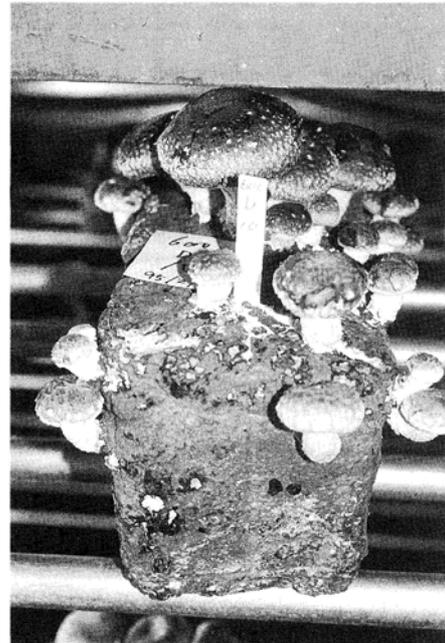
子実体生産に及ぼす効果に関してはさらなる検討を要する。

また、Le10のように特定の培地添加物によって増収効果がみられる菌株、および他の菌株の栽培特性を詳細に比較・検討することで、シイタケの菌床栽培における共通した増収要因を探り出せる可能性がある。



第3図 二段形状の子実体 (Le1, 1次発生)

Fig.3. Fruiting body that has double step cap (Le1, first flush).



第4図 正常な子実体 (Le60, 1次発生)

Fig.4. Normal fruiting bodies (Le60, first flush).

## 文 献

- 1) 北海道水産林務部：内部資料“平成8年きのご類支庁別品目別生産量”
- 2) “97年版きのごガイドブック”，農村文化社，p. 50 (1996)．
- 3) 中里康和：平成4年度青森県林業試験場報告，39-83 (1993)．
- 4) 渡辺和夫：奈良県林業試験場研究報告，25，1-11 (1995)．
- 5) 富樫 巖，瀧澤南海雄：林産試験場報，8(3)，15-19 (1994)．
- 6) 日本農業年鑑1997年版，家の光協会，p. 683 (1996)．
- 7) 菌床きのご栽培障害事例集，長野県経済事業農業協同組合連合会編，150-152 (1995)．
- 8) 新城明久：生物統計学入門，朝倉書店，46-61 (1986)．
- 9) Robert R. Sokal, F. James Rohlf 藤井宏一訳：生物統計学，共立出版，198-276 (1983)．
- 10) 米澤勝衛，佐々木義之，今西 茂，藤井宏一：生物統計学，朝倉書店，46-106 (1988)．
- 11) 本間広之，田中 修：新潟県林業試験場研究報告，38，51-55 (1996)．
- 12) 原田 陽，宜寿次盛生，富樫 巖：きのごの科学，3 (2)，13-17 (1996)．

—きのこ部 生産技術科—

(原稿受理：97.4. 21)