

シイタケ菌床における栄養体構成およびカキ殻粉末の施用効果

葛島祥子，川本啓史郎¹⁾

キーワード：シイタケ，菌床栽培，カキ殻粉末，菌床培地

Effect of Nutrition composition and application Oyster shell powder on Sawdust based cultivation of
Lentinula edodes

Shoko KUZUSHIMA , Keishiro KAWAMOTO

目次

1. 緒言
2. 材料および方法
 - 1) 北研600号における栄養体およびカキ殻粉末の施用効果
 - 2) KA-1001号における栄養体およびカキ殻粉末の施用効果
3. 結果および考察
 - 1) 北研 600 号
 - 2) KA-1001 号
4. 摘要
5. 引用文献

Summary

¹⁾ 現長崎県島原振興局

1. 緒言

菌床シイタケ栽培は、長崎県では1990年代から栽培が行われるようになり、2014年の菌床生シイタケ生産量は3391 tとなった。しかし、生シイタケの年平均価格は、東京都中央卸売場では、1993年はkgあたり1,282円であるが¹⁾、2014年は1024円と低下している。²⁾ 空調施設を用いた菌床シイタケ栽培は、年中安定して生シイタケを生産することが可能だが、ランニングコストが大きく燃料価格や電気料金に経営を左右されやすい。そのため、生産者は1菌床あたりの製造コストの縮減や、シイタケ子実体の発生量の増加が課題となっている。

シイタケ菌床栽培に用いる培地は、培地基材、栄養体、水から構成されており、培地基材にはオガコ、栄養体にはフスマ、米ヌカ、ホミニフィード等の穀物精製残渣が用いられている。栄養体の配合割合についてはさらにシイタケ菌床培地にカキ殻粉末^{3) 4)}、

消石灰⁴⁾、貝化石⁴⁾などを添加することでシイタケ子実体の発生量が増加することが報告されている。本県ではむきカキ生産の副産物としてカキ殻が生じることから、菌床シイタケ栽培への活用が期待できる。

しかし、使用する種菌品種、栄養体の種類や配合が異なる場合、添加材による効果が同様であるとは考えにくく、それぞれに検証が必要である。本研究は、本県の菌床シイタケ産業において使用されている「北研600号」および「KA-1001号（ジャパンアグリテック）」について、栄養体各資材の配合が異なる菌床培地に対する、カキ殻粉末の添加効果を調査したものである。

なお、本研究に共同で参加していただいた農事組合法人サンエスファーム並びに平戸市森林組合、試験にご協力いただいた皆様に心より御礼申し上げます。

2. 材料および方法

栄養体および添加材がシイタケ菌接種後の初期の生育に及ぼす影響を調査するため菌糸伸長試験を、子実体発生への影響を検証するため子実体発生試験を行った。

供試菌は本県南部、北部でそれぞれ主に栽培され

ている「北研600号」および「KA-1001号」を用いた。供試培地は、北研600号は農事組合法人サンエスファームの資材を、KA-1001号は平戸市森林組合の資材を用いた。

1) 北研600号における栄養体およびカキ殻粉末の施用効果

(1) 菌糸伸長試験

7) 材料と試験区

基材は粒径約5mmの県外産広葉樹オガコを使用し、栄養体としてフスマ、米ヌカおよび市販栄養体A（北研）を用いた。配合割合を表1に示す。オガコ1 m³に対して66±0.6kg（湿重）の栄養体を混合し、含水率を約62%（湿重基準）に調整した。カキ殻粉末添加区は、それらの培地にカキ殻を風乾しミルサー（テスコム社製 TML180）を用いて粉碎したカ

キ殻粉末（以後カキ殻という）を0.5および1.0重量%添加した。

1) 培養方法

混合した培地25gを、両口試験管の中央部分に8cm充填し、滅菌放冷後、上端に植菌し21℃の暗黒下で培養した。

2) 調査項目

各試験区3本の試験管を作成した。試験管円周上の4方向で、伸長する菌糸の先端の位置を数日おきに測定し、1日あたりの平均伸長量を求めた。

(2) 子実体発生量調査

7) 材料と試験区

材料および試験区は菌糸伸長試験と同様である。調査に用いた菌床は、農事組合法人サンエスファームの施設を用いて菌床を製造、培養し、同法人の施設内で調査した。供試菌床は各試験区 5 菌床である。

1) 培養方法

フィルター付き PP 袋に培地を 2.7kg 充填し、滅菌放冷後種菌を接種した。培養は 21~22℃ 下で行い、作業時のみ照明を点灯した。

2) 栽培方法

培養終了後の菌床は、培養袋の上面を切除し、日中は 16℃、夜間は 14℃ で栽培した。1 回あたり約 20 日間の発生期間の後、休養室において菌床表面を洗浄し、8 時間散水した。その後一晩休養し、再び発生室へ戻し繰り返し発生させた。袋カット後の発生を 1 回目とし、その後休養と休養の間を 1 発生回と数えた。発生期間は 2014 年 3 月 18 日から 8 月 25 日までの 162 日間である。収穫は発生期間中毎日の朝のみあるいは朝と夕方に行い、傘の裏側の膜が切れる直前または切れ始めたものを収穫した。

3) 調査項目

調査は、収穫の度に 1 菌床ごとに収穫した子実体をサンエスファームの品質基準（表 2 および図 1）に従い選別し、規格・品質ごとに総発生重量および

個数を記録した。

表 1 試験区の設定(北研600号)

試験区	栄養体配合割合(重量比)			カキ殻粉末
	フスマ	米ヌカ	市販栄養体A	
①a				0%
①b	5.7	3.1	1.2	0.5%
①c				1.0%
②a				0%
②b	6.4	3.0	0.6	0.5%
②c				1.0%
③a				0%
③b	7.1	2.9	0.0	0.5%
③c				1.0%
④a				0%
④b	5.7	3.7	0.6	0.5%
④c				1.0%
⑤a				0%
⑤b	5.7	4.3	0.0	0.5%
⑤c				1.0%
⑥a				0%
⑥b	6.4	3.6	0.0	0.5%
⑥c				1.0%

表 2 サンエスファーム品質基準

品質	選別基準
特	ひだが切れていないもの
A	ひだが切れているが傘が開いていないもの
B	Aに次ぐもの
C	形がいびつなものなど

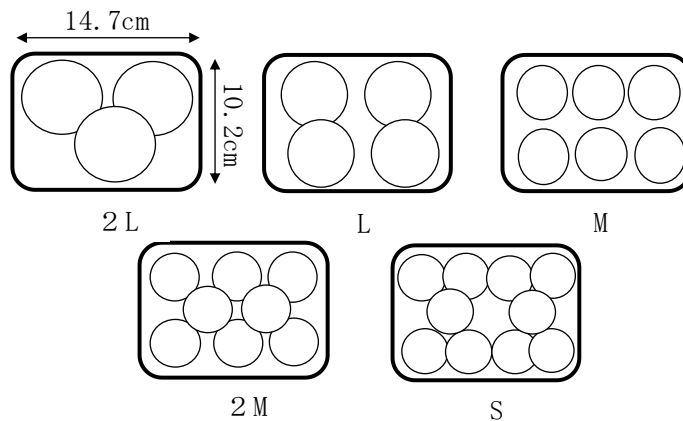


図 1 サンエスファーム出荷規格

2) KA-1001 号における栄養体およびカキ殻粉末の施用効果

(1) 菌糸伸長試験

7) 材料と試験区

基材は県外産の広葉樹オガコを、栄養体としてフスマ、米ヌカおよびホミニフィードを用いた。おが

こと栄養体の気乾重量比は、細目おがこ：粗目おがこ：栄養体が 2.3 : 4.5 : 3.2 とした。試験区を表 3 に示す。資材混合後、含水率を約 60% (湿重基準) に調整し、カキ殻粉末添加区にはカキ殻粉末を 1, 3, 5, 8 重量% 添加した。供試カキ殻粉末は北研 600 号の試験と同様である。

表3 菌糸伸長試験における試験区の設定(KA-1001号)

試験区	栄養体配合割合(重量比)			カキ殻粉末
	フスマ	米ヌカ	ホミニ フィード	
i a				0%
i b				1%
i c	3.4	3.1	3.4	3%
i d				5%
i e				8%
ii a				0%
ii b				1%
ii c	4.25	3.95	1.7	3%
ii d				5%
ii e				8%
iii a				0%
iii b				1%
iii c	5.2	4.8	0	3%
iii d				5%
iii e				8%

i) 培養方法

混合した培地21gを、両口試験管の中央部分に8cm充填し、滅菌放冷後、上端に植菌し21℃の暗黒下で培養した。

ii) 調査項目

北研600号の菌糸伸長試験と同様である。

(2) 子実体発生量調査

7) 材料と試験区

材料および調整方法は菌糸伸長試験と同様である。試験区を表4に示す。菌糸伸長試験の配合では、フスマの配合量が多いことから培地充填時に絞め固まらなかったため、米ヌカの割合を若干増加させてい

る。また、カキ殻8%については菌糸伸長試験の結果培養期間の長期化が予想されたため除外した。

調査に用いた菌床は、平戸市森林組合の施設を用いて製造、培養し、長崎県農林技術開発センター内の恒温恒湿室で調査を行った。供試菌床は各試験区5菌床である。

i) 培養方法

円筒形のフィルター付きPP袋に培地を1.1kg充填し、滅菌放冷後種菌を接種した。培養期間中は21℃下で管理し、菌糸が培地全体にまん延するまでの間は暗黒下で、その後は勤務時間のみ点灯して管理した。水分管理については、除袋直後はほぼ常時散水を行い、培養後期にかけて散水時間を8時間/日から2時間/日まで徐々に短縮した。

ii) 栽培方法

培養完了後、日中は20℃、夜間は10℃をそれぞれ8時間以上確保し、毎日夜間温度に移行する前に1時間前後散水するとともに、乾燥している場合は適宜さらに散水した。照明は勤務時間中のみ点灯した。芽がなくなった時点で打木刺激を与え、子実体の発生を促した。発生期間は2015年1月14日から6月18日までの155日間で、収穫の方法は北研600号と同様である。

i) 調査項目

調査は、収穫の度に1菌床ごとに収穫した子実体を平戸市森林組合の基準(表5)に従い選別し、各規格、品質の総発生重量および個数を記録した。

表4 子実体発生量調査における試験区の設定(KA-1001号)

試験区	栄養体配合割合(重量比)			カキ殻粉末
	米ヌカ	フスマ	ホミニ フィード	
I a				0%
I b				1%
I c	3.1	3.4	3.4	3%
I d				5%
II a				0%
II b				1%
II c	4.5	3.8	1.7	3%
II d				5%
III a				0%
III b				1%
III c	5.5	4.5	0	3%
III d				5%

表5 平戸市森林組合 品質および規格基準

品質		選別基準	規格	選別基準(傘直径)
秀	傘の内側の膜が8割以上繋がって残っているもの		2L	5.6~6.0 cm
優	膜が切れているが傘が開いてないもの		L	5.1~5.5 cm
良	優に次ぐもの		M	4.1~5.0 cm
			S	3.5~4.0 cm

3. 結果および考察

1) 北研 600 号

菌糸伸長速度は、試験区①a, ②a および③a で 4.2~4.5mm/day だったことに対し試験区①b, ②b および③b で 4.3~5.0mm/day, 試験区①c, ②c および③c で 4.8~5.2%とカキ殻の添加量が増加するほど速くなる傾向にあった。しかし試験区④は④a が 4.6mm/day だったことに対して、④b で 4.5mm/day, ④c で 4.7mm/day とカキ殻添加の有無に関らず同程度の伸長速度だった。試験区⑤a および⑥a は 4.4~4.5mm/day, 試験区⑤b および⑥b で 4.8~4.9mm/day, 試験区⑤c および⑥c で 4.7~4.9mm/day とカキ殻添加で伸長速度が速くなるが添加量による違いは認められなかった (図 2)

子実体の発生は、カキ殻を添加しない場合、試験区間で総発生重量および個数に有意な差はなかったが、個数については試験区①aが多い傾向にあった。個重を比較すると、試験区④a, ⑤a および⑥a は②a より有意に重かった。子実体の規格を大型(2L~M規格)と、小型(2M~S規格)に区分し、それぞれ比較すると、①aは大型の個数が他の試験区より多く、さらに総発生個数に対する大型の割合も多い傾向だった。試験区②a, ④a および⑥a は発生個数における大型と小型の割合が同程度だが、個重は④a および⑥a より②a がやや軽い傾向で、その結果発生重量も少ない傾向だった (表 6)。

総発生重量は、試験区①を除く全ての試験区でカキ殻添加は総発生量が多い傾向で、試験区②b, ③c および⑤bc をそれぞれの試験区の無添加と比較すると有意に多かった。

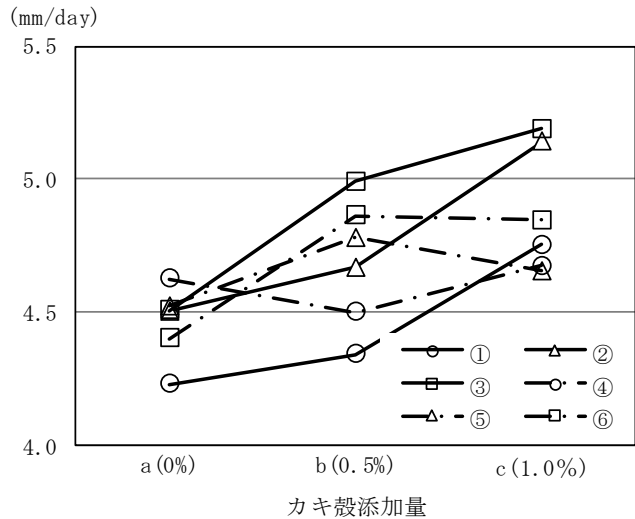


図2 各試験区における菌糸伸長速度(北研600号)

発生個数は、試験区②b, ③bc および⑤c がそれぞれの試験区の無添加に比べ有意に多く、②c, ④bc, ⑤bc および⑥bc では増加傾向にあった。試験区①のみカキ殻添加により減少する傾向だった(表 7)。

各発生回の子実体発生量が総発生量に占める割合を比較すると、試験区①aは1回目および3回目、②a および③a は3回目、④a および⑥a は2回目、⑤a は2回目と3回目にピークがあり、2回目から3回目に多い傾向だった。カキ殻添加では1回目や2回目にピークがあった (図 3)。

北研 600 号の菌糸伸長速度は、カキ殻無添加(0%)では試験区に関係なく同程度だったが、カキ殻を添加すると試験区④以外は伸長速度が速くなり、フスマが多い試験区ではより促進された。菌糸の伸長速度と子実体発生量は必ずしも相関があるわ

けではないが、培養期間の短縮に繋がる可能性や、従来の培養期間でより熟度の高い菌床に仕上がる可能性がある。今回、カキ殻を添加した試験区のほとんどで1回目および2回目の発生量が無添加(0%)より多い傾向となったことは、菌糸の伸長速度の促進により従来の培養期間でもより高い熟度で菌床が仕上がり発生の初期に子実体の発生量が増加したためと考えられる。しかし一般的には、発生初期に子実体が集中して発生することは、小型の子実体の増加や作業量の偏りを招くため好まれない。今回の試験結果では、2回目までの総発生個数に占めるM規格以下の小型子実体個数の割合が、無添加(0%)と比較してカキ殻添加において増加した試験区もあった(図4)。割合からすれば若干の品質低下とも言えるが、経済性の高い2LからL規格の大型子実体個

数は無添加と同程度あるいは増加傾向であり、生産性は向上すると考えられる(図4)。

一方、市販栄養体の添加量が今回最も多かった試験区①では、カキ殻添加による初期の集中発生や小型子実体の割合増加は見られなかった(図4)。

また、フスマを多く含む試験区②aおよび③aでは個数が多く個重が軽く、米ヌカを多く含む試験区④aおよび⑤aでは個数があまり増加せず個重が重い傾向であった。これらは篠田ら⁴⁾の結果と概ね合致する。カキ殻の添加により発生重量や個数が増加する場合は、各栄養体の発生経過の特長と同じくして増えていたことから、発生の特性については栄養体の影響を受け、カキ殻添加はそれを増幅する形となると考えられる。

表6 栄養体の配合が子実体の発生に与える影響(北研600号)

試験区	重量(g)	個数(個)	個重(g)
①a	738.2 ± 30.9	54.4 ± 2.8	13.6 ± 0.2 b
②a	702.0 ± 69.8	49.4 ± 6.4	14.2 ± 1.0 ab
③a	723.6 ± 52.6	49.4 ± 3.4	14.6 ± 0.7 ab
④a	749.5 ± 107.7	48.0 ± 7.1	15.6 ± 0.7 a
⑤a	725.4 ± 42.3	46.6 ± 3.0	15.6 ± 0.5 a
⑥a	778.3 ± 125.0	50.0 ± 10.6	15.6 ± 1.0 a
①a	465.7 ± 43.1	29.2 ± 3.4	15.9 ± 1.7
②a	451.0 ± 55.4	26.4 ± 2.0	17.1 ± 1.7
③a	458.0 ± 66.1	25.6 ± 1.4	17.9 ± 1.7
④a	467.1 ± 107.4	25.2 ± 4.9	18.5 ± 1.2
⑤a	457.9 ± 43.2	25.0 ± 3.1	18.3 ± 1.9
⑥a	481.5 ± 88.7	26.0 ± 4.7	18.5 ± 1.2
①a	272.5 ± 53.5	24.2 ± 5.0	10.8 ± 0.3 b
②a	250.9 ± 47.0	26.2 ± 5.1	10.9 ± 0.5 b
③a	265.6 ± 37.8	30.4 ± 4.0	11.2 ± 0.6 b
④a	282.4 ± 64.3	25.8 ± 5.2	12.4 ± 0.4 a
⑤a	267.5 ± 38.7	23.8 ± 3.6	12.4 ± 0.6 a
⑥a	296.8 ± 81.8	27.2 ± 8.4	12.4 ± 0.7 a

縦の列の異アルファベットは5%水準で有意差があることを示している(Tukey法)

表7 カキ殻粉末の添加効果(北研600号)

試験区	a(カキ殻0%)		b(カキ殻0.5%)		c(カキ殻1%)	
	上段：重量(g)		下段：個数(個)			
①	738.2 ± 30.9	54.4 ± 2.8	745.6 ± 59.3	52.8 ± 5.4	760.9 ± 73.1	52.6 ± 4.3
②	702.0 ± 69.8	49.4 ± 6.4	834.4 ± 66.6 *	61.6 ± 7.4 *	798.9 ± 32.2	57.0 ± 4.6
③	723.6 ± 52.6	49.4 ± 3.4	828.3 ± 66.4	59.4 ± 3.7 **	848.5 ± 72.2 *	60.0 ± 2.6 **
④	749.5 ± 107.7	48.0 ± 7.1	832.7 ± 46.5	57.4 ± 7.6	777.4 ± 65.2	51.0 ± 4.0
⑤	725.4 ± 42.3	46.6 ± 3.0	851.1 ± 35.4 **	53.0 ± 5.3	886.3 ± 54.3 **	54.8 ± 4.4 *
⑥	778.3 ± 125.0	50.0 ± 10.6	842.1 ± 126.1	55.6 ± 9.9	812.0 ± 54.7	54.4 ± 3.0

カキ殻 0%と比較し*は 5%水準, **は 1%水準で有意差があることを示している (Dunnett 法)

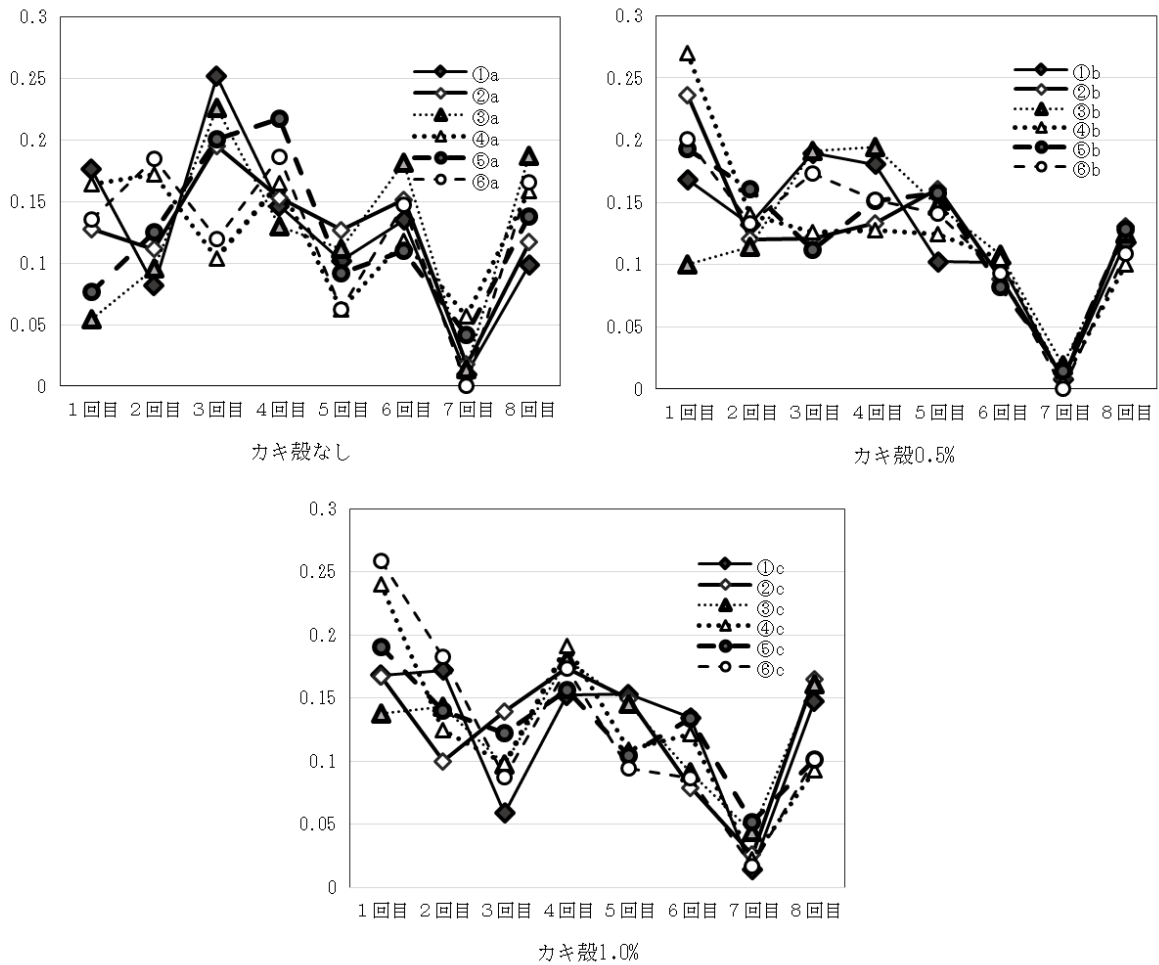


図3 総発生重量における各回発生量の占める割合(北研600号)

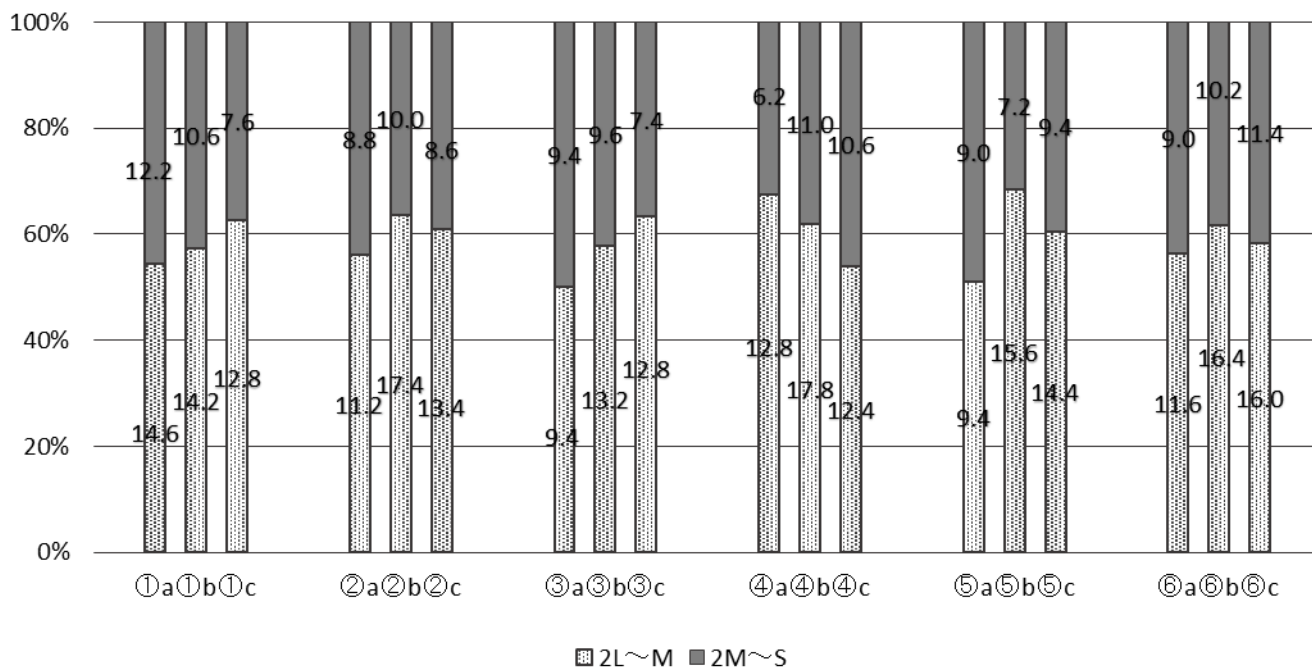


図4 発生初期の子実体発生の傾向

2) KA-1001号

菌糸の伸長は、試験区 i a, ii a および iii a で 3.6 ~ 4.1mm/day, i b, ii b および iii b で 3.6 ~ 3.9mm/day, i c, ii c および iii c で 3.0 ~ 3.4mm/day, i d, ii d および iii d で 2.7 ~ 3.0mm/day, i f, ii f および iii f で 2.1 ~ 2.8mm/day と栄養体の配合に関らずカキ殻の添加量が増加するほどに遅くなった (図 5)。

これは、カキ殻の添加により培地 pH が上昇し、菌糸伸長に適した pH より高くなったためだと考えられる (図 6)。

子実体発生試験では、カキ殻無添加の場合、栄養体の配合にかかわらず、総発生重量、個数、個重に差はなかった。大型 (2L, L 規格) と小型 (M, S 規格) に分けて比較すると、試験区 III a の 2L および L 規格の個重がやや小さく、他は同程度であった (表 8)。

試験区ごとにカキ殻の添加効果を比較すると、試験区 I では総発生重量は I d で 573.2g と最も少なく、

次いで I c が 624.3g とやや少なかったが、その他は同程度であった。発生個数は I c で 35.4 個と最も多く、I d で 27.0 個と最も少なかった。試験区 II の総発生重量は、II d が 658.7g と最も多く、カキ殻添加量が減少するごとに総発生重量も減少し、II a と II c が同程度であった。発生個数は II b と II c で 34.6 個、33.8 個と多く、その他はそれより少ない傾向だった。試験区 III の総発生重量は II c が 696.3g と最も多かった。発生個数には有意差はなかったが、総発生重量と同様の傾向を示した (表 9)。

カキ殻無添加の場合、3 試験区とも子実体の発生は、同様の傾向だったが、カキ殻を添加すると栄養体の配合ごとに子実体発生の傾向が異なった。試験区 I ではカキ殻 5% 添加で発生量が減少傾向にあるが、試験区 II では逆に増加する傾向だった。試験区 III ではカキ殻 3% が最も多くカキ殻 5% では最も少なくなった。今回の試験ではカキ殻の添加効果について特定の傾向を見出すことができなかった。

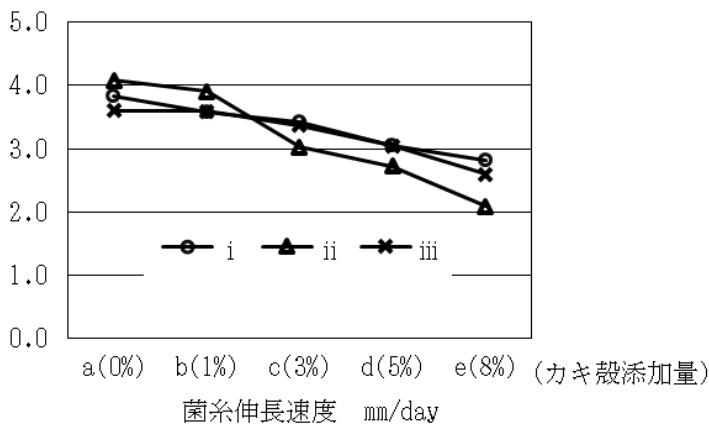


図5 各試験区における菌糸の伸長速度(KA-1001号)

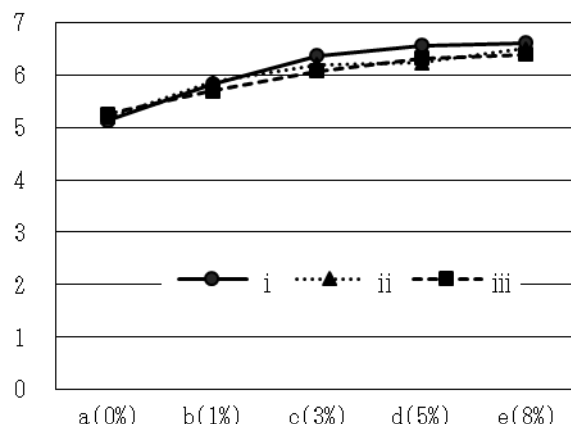


図6 各試験区における滅菌後培地pH

表8 栄養体の配合が子実体の発生に与える影響(KA1001号)

試験区	重量	個数	個重
I a	633.3 ± 61.3	30.6 ± 4.2	20.7 ± 1.4
II a 全体	647.4 ± 176.9	30.6 ± 7.5	21.2 ± 2.1
III a	622.5 ± 31.1	30.0 ± 4.5	20.7 ± 2.3
I a	383.5 ± 33.5	13.2 ± 2.3	29.1 ± 1.9
II a 2L~L	430.4 ± 140.2	14.4 ± 3.5	29.9 ± 4.5
III a	406.0 ± 72.3	15.0 ± 2.3	27.1 ± 2.8
I a	249.8 ± 77.7	17.4 ± 5.1	14.4 ± 1.4
II a M~S	217.0 ± 49.4	16.2 ± 3.4	13.4 ± 0.4
III a	216.5 ± 76.2	15.0 ± 5.8	14.4 ± 0.9

表9 カキ殻粉末の添加効果(KA-1001号)

試験区	a(カキ殻なし)	b(カキ殻1%)	c(カキ殻3%)	d(カキ殻5%)
		上段：重量(g)	下段：個数(個)	
I	633.3 ± 61.3	636.1 ± 68.9	624.3 ± 84.2	573.2 ± 59.3
	30.6 ± 4.2	31.4 ± 4.4	35.4 ± 4.3	27.0 ± 2.8
II	647.4 ± 176.9	613.3 ± 71.7	650.9 ± 107.0	658.7 ± 53.4
	30.6 ± 7.5	34.6 ± 4.9	33.8 ± 5.7	29.6 ± 3.4
III	622.5 ± 31.1	630.2 ± 88.4	696.3 ± 48.6	544.5 ± 151.7
	30.0 ± 4.5	30.8 ± 4.3	35.8 ± 5.6	25.0 ± 8.3

今回の試験により、北研600号ではカキ殻を添加することにより栄養体構成の異なる培地において収量の高い菌床を作成できる可能性が示唆された。そのため、栄養体の構成を季節ごとの資材の品質変化やコストなどに応じて変更し、コスト削減に繋げる

ことも可能だと考えられるが、栄養体の構成によってカキ殻粉末の添加効果が異なることや、子実体の発生傾向が異なることを考慮しなければならない。

KA-1001号は、栄養対の配合割合によってカキ殻の添加効果が異なる傾向を示したが、有意差はなく、今回の試験では増収効果が得られなかった。

理由の一つとして、添加量が適していなかったことが挙げられる。また、阿部³⁾はカキ殻粉末等添加

材による増収は、培地 pH の変化によるものではなく、カルシウムの添加によるものである可能性を述べているが、KA-1001号については、カルシウムを主成分としない別の添加材が適している可能性があり、さらなる検討が必要である。

4. 摘要

北研 600号と KA-1001号について栄養体の配合割合およびカキ殻粉末の施用効果について検証した。

北研 600号ではカキ殻粉末を 0.5%または 1%添加すると発生量が増加した。カキ殻粉末の有無に関らず、フスマを多く含む培地では個重が軽く、米ヌカを多く含む培地では個重が重くなる傾向があった。

KA-1001号は、カキ殻粉末を添加しない場合は栄養体の配合の違いにより子実体発生量に差はなかった。カキ殻粉末を添加した場合は配合ごとに子実体発生量への影響が異なったが特定の傾向はなかったことから、KA-1001号の場合は最適な添加量が他にありまたはカキ殻粉末以外に適した添加材がある可能性がある。

5. 引用文献

1) 林野庁：林業統計要覧，林野弘済会，p 82, (1995)

2) 農林水産省：特用林産物生産統計調査，

<http://www.estat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001149816>(2016)

3) 阿部正範：菌床シイタケ栽培におけるかき殻粉末の添加効果．徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所研究報告 (3)，11-14, (2004)

4) 篠田 茂，本間広之，松本則行，阿部一好，岸本隆昭：シイタケ菌床栽培における培地組成方法の改善(Ⅲ) 加熱処理米糠及び消石灰，貝化石等の利用について．新潟県森林研究所研究報告 (43)，51-59(2001)

Summary

Effect of Nutrition composition and application Oyster shell powder on the sawdust-based cultivation of *Lentinula edodes* was investigated.

Hokken No.600, The yield of fruit was increased when the oyster shell powder was added 0.5%, or 1% of the medium weight. The weight of piece is lighter when including wheat bran in the medium, heavily when including more rice bran, regardless of the addition amount of oyster shell powder.

KA-1001, with any Nutrition composition, the yield of fruit was the same when oyster shell powder did not added. And we have not found a specific trend when oyster shell powder was added. Further studies are needed, because possibility there is an appropriate amount or suitable other materials.