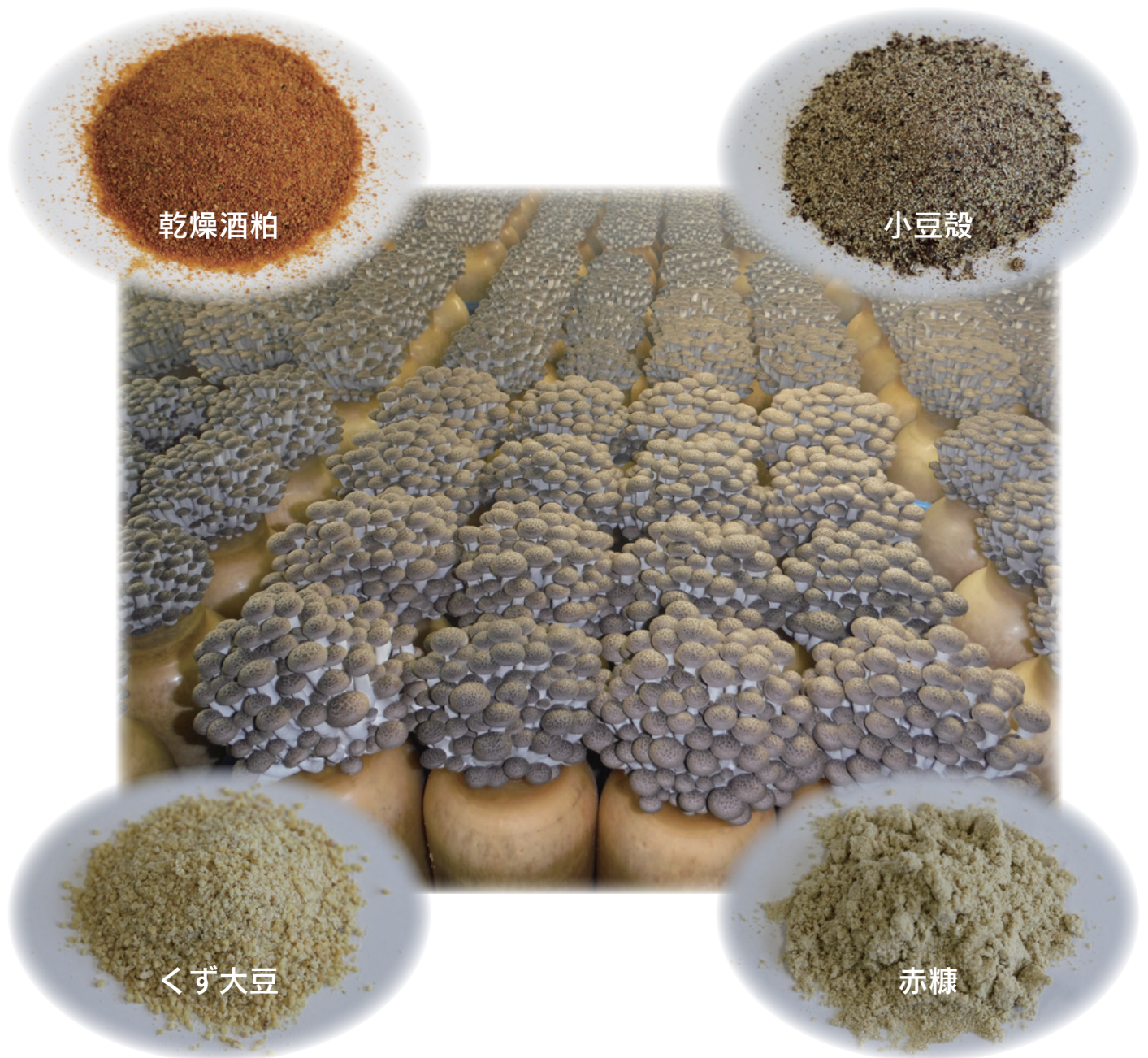


未利用地域資源を 活用したきのこ栽培



目 次

はじめに	1
------	---

第1章 きのこの栄養材について

1 培地の材料とは	2
2 きのこ栽培で使用している栄養材について	2
3 未利用地域資源とは	3
4 未利用地域資源の価格等について	6

第2章 実証試験結果

1 栄養材の低コスト化について	8
1) ブナシメジ	9
2) ナメコ	10
3) 菌床シイタケ	11
4) エノキタケ	12
5) マイタケ	13
2 うま味成分・機能性成分の向上について	14
1) きのこのうま味物質	14
2) 保健機能性成分	16
3) きのこの収穫適期	18

第3章 未利用地域資源を活用した栽培事例

1 ブナシメジの栽培	19
2 マイタケの栽培	21
3 秋田県立大曲農業高等学校の取組	23

おわりに	25
------	----

引用文献・参考文献	25
-----------	----

はじめに

きのこは、農山村の貴重な収入源として、あるいは産業として地域振興に重要な役割を果たしています。特に栽培きのこは、農林業者の複合経営の主要品目に位置づけられ、地域経済を支える地場産業として定着し、その生産額は平成27年に50億円を超えています。今後、さらに所得の向上や新たなビジネスチャンスとして、地域の活性化に大きな期待が寄せられています。

しかし、近年、きのこ栽培は生産資材や燃料費の高騰及び産地間競争の激化など経営環境が年々厳しくなっており、より低コストな生産技術が求められています。また、きのこ市場を勝ち抜くには、付加価値を持った特色のあるきのこをつくり、他産地との差別化を図る必要があります。

これらの課題を解決するためには、低コストでかつ機能性成分に富んだ、独自性のあるきのこの生産技術が必要です。そこで当センターでは、既存の栄養材に代わり、未利用地域資源であるくず大豆や小豆殻など安価な県産材料に着目し、生産性と機能性成分について検証を進めながら、新しい栽培技術の開発に取り組んできました。

菌床シイタケ、ブナシメジ、エノキタケ、ナメコ、マイタケについて実証試験を行った結果、未利用地域資源の活用により増収効果や生産コストの低減に結びつきました。また、うま味成分や健康に良い成分が増強することもわかりました。今後、栄養材をすべて県産材料に置き換えることにより、オール秋田にこだわったきのこづくりを進めることが可能となります。今回の試験結果が、きのこの生産の場で少しでも収益の増加につながり、加えて地域資源の有効利用になれば幸いです。

最後に、データ等の収集についてご協力、ご支援をいただきました関係各位、また実証試験に快くご協力いただいた生産者各位に対して、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

第1章 きのこの栄養材について

1 培地の材料とは

一般的な菌床きのこの栽培工程は、培地の調整、滅菌、種菌の接種、培養、発生、きのこの収穫という流れで行われます。培地材料としては「基材」と「栄養材」を混合し、これらに「水」を加えて含水率を調整した後、袋あるいはビンに詰めて殺菌、きのこ菌を接種し、一定期間の培養を経た後、きのこを発生させます。

① 基材

基材とはきのこの栄養源となる有機質由来の資材であり、主としておが粉が用いられています。木材を鋸で挽いたときにでてくる木粉をおが粉と呼んでおり、生産量を左右する重要な要素の一つとなっています。現在、おが粉は木材をおが粉製造機で粉碎して製造するか、製材過程で排出されたものを用います。シイタケ、ナメコ、マイタケは主に広葉樹おが粉を用いますが、ブナシメジ、エノキタケは、スギを主とした針葉樹おが粉でも栽培できるため、安価な針葉樹おが粉を用いるのが一般的です。

② 栄養材

栄養材とは、きのこ菌の成長を助長するための栄養補給の目的で培地に加える材料のことです。

③ 水分

きのこの菌糸は、栄養を水溶性物質として体表面から吸収しています。きのこの成長には、水分が必要不可欠です。

2 きのこ栽培で使用している栄養材について

きのこの栄養材として、米糠、一般フスマ、ホミニフィード（トウモロコシ加工副産物）、ビール粕（麦芽加工副産物）、乾燥オカラなどが用いられています。この中から米糠、一般フスマ、乾燥オカラについて説明をいたします。

① 米糠

米糠は、玄米を精米するときに出てくる果皮、種皮、胚芽などを総称したものです。米糠内の油脂分は、きのこ菌の成長と、きのこの発生にプラスの効果をもたらします。しかし、油脂分は酸化が進みやすく油脂の劣化が問題となります。米糠を保管する場合は、温度管理を徹底する必要があります。



写真1 精米時にでる米糠



写真2 米糠

② 一般フスマ

フスマは小麦から小麦粉を製造するときの副産物です。小麦の胚乳部が小麦粉として利用され、残りの果皮、種皮、外胚乳、糊粉層の部分をフスマと呼んでいます。製粉時のフスマ量は、小麦の20～25%、フスマはミネラルやビタミンが多いことから、きのこのほかに牛の飼料として利用されています。



写真3 一般フスマ

③ 乾燥オカラ

大豆から豆腐を製造する過程で豆乳を作った際にでる搾りかす（大豆粕）を乾燥したものです。オカラは乾燥することによって保存性が向上します。きのこ培地の保水・栄養材として利用されています。



写真4 乾燥オカラ

3 未利用地域資源とは

きのこ栽培の低コスト化を図るため、これまで使用している栄養材に代わり安価で入手できる県内産の未利用資源に着目しました。未利用資源としては、農業系副産物及び食品系副産物があります。農業系副産物では、赤糠、中糠、くず大豆を、また食品系副産物では、小豆殻、乾燥酒粕について説明します。

① 赤糠・中糠

酒造米を精米をする時に発生する米糠は、部位により、赤糠と中糠に分けられます。一般的に、玄米を精米する過程で、精米歩合87%くらい（表層部を13%くらい削る）まで出てくる糠を赤糠、精米歩合77%くらい（表層部を23%くらい削る）まで出てくる糠を中糠といいます。赤糠は家畜飼料、中糠は煎餅などの原料として利用されています。

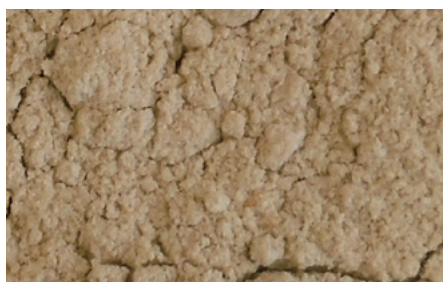


写真5 赤糠



写真6 中糠



模式図	精米歩合	糠の種類	説 明
	100%	—	磨いていない米。玄米。
	93 ～ 95%	米糠	食用として一般的な白米。 5分づき(精米歩合95%) 7分づき(精米歩合93%)
	87%	赤糠	この程度磨いたものが一般的。
	77%	中糠	これ以上磨いたものは、特定名称酒に使用。

図 1 精米歩合と糠の種類の関係

② くず大豆

国産大豆の規格は、普通大豆（1等、2等、3等、規格外大豆）と特定加工用大豆の2種類あります。規格から外れた大豆をくず大豆と呼んでいます。くず大豆は肥料として安価で取引されており、また一部は家畜の飼料としても利用されています。



(選別機で除去されたくず大豆)



(粒状のくず大豆)



(粉碎したくず大豆)

写真7 くず大豆

③ 小豆殻

小豆殻は、小豆を粉碎して小豆粉を生成する過程で出てくる小豆の殻と実の一部です。小豆殻はこれまでほとんど利用されていないため、未利用資源として豊富にあり、今後の有効な活用法が求められています。



写真8 製粉工程で生じる小豆殻

④ 乾燥酒粕

酒粕は、清酒を製造する過程で米を原料としたもろみを圧搾し、出てきた清酒以外の「搾りかす」のことをいいます。「搾りかす」を乾燥したものが乾燥酒粕です。



写真9 乾燥酒粕

4 未利用地域資源の価格等について

きのこ栽培で使用している米糠、一般フスマ、ホミニフィード、乾燥オカラは市販されており、一年を通して入手できる栄養材です。1 kg当たりの単価では米糠が30 円、一般フスマが41 円であることから、米糠や一般フスマよりも安価で利用できる栄養材を使用することが、生産コストの低減につながるポイントとなります（表1）。

表1 一般に使用されている栄養材

品 名	原 料	単価（円／kg）	入手期間
米糠	米	30	一年中可能
一般フスマ	小麦	41	一年中可能
ホミニフィード	トウモロコシ	148	一年中可能
乾燥オカラ	大豆	118	一年中可能

赤糠、中糠、乾燥酒粕については県内の酒造業者に、くず大豆については農事組合法人から、小豆殻については製粉業者から情報を収集しました。その結果は表2のとおりです。

【入手期間】

- ① 赤糠、中糠は、9月から翌年3月までの7か月間です。冷蔵保存で通年使用が可能です。
- ② くず大豆と小豆殻は、1年を通して入手可能です。
- ③ 乾燥酒粕は、6～8月以外は入手可能です。冷蔵保存で通年使用が可能です。

【価 格】

- ① 赤糠、中糠は、米糠より安価で入手できる状況となっており、特に赤糠は米糠の半分以下の価格となっています。
- ② くず大豆は、1 kg 当たり 43 円となっていますが、粒状から粉状にするための粉碎費込みの価格となっています。粒状のみの価格は1 kg 当たり 21 円です。
- ③ 小豆殻は、1 kg 当たり 12 円と最も安価です。

きのこ栽培で、これら材料を栄養材として使用した事例がないことから、栄養材として活用できれば、低コスト栽培への第一歩となります。

表2 入手可能な未利用地域資源

品 名	原 料	単価（円／kg）	入手期間
赤糠	酒米	13	9月～翌年3月
中糠	酒米	25	9月～翌年3月
くず大豆	大豆	43	一年中可能
小豆殻	小豆	12	一年中可能
乾燥酒粕	酒米	38	6～8月以外は対応可能

第2章 実証試験結果

栽培コストの削減を図るため、農業系副産物や食品系副産物などの安価な県産材料を活用した栽培技術を開発するとともに、きのこのうま味成分などの付加価値をつけて、生産経営の安定化を図るために実証試験を行いました。

きのこ栽培で用いる栄養材を、赤糠や中糠（酒米由来の糠類）、乾燥酒粕及び大豆の生産過程で生じるくず大豆に代替することによってコスト削減と増収が可能であることがわかりました。同時にきのこのうま味成分であるグルタミン酸やグアニル酸をはじめ、機能性成分であるギャバやオルニチン及びエルゴチオネインも増加しました。

秋田県産副産物を利用してコスト削減と増収効果が認められたきのこ品目別の栄養材組成は表3のとおりです。

表3 秋田県産副産物を活用したきのこ別の栄養材組成

(単位：g)

	秋田県産副産物									
	赤糠	中糠	くず大豆	乾燥酒粕	小豆殻	粳穀くん炭	かき殻粉末	菌糸活性化剤	一般フスマ	乾燥オカラ
ブナシメジ※ ¹	60	30	20	3		5	0.5	2.5		
ナメコ※ ²	50		5		25		5.5			
菌床シイタケ※ ³	125	30	60	5			50			
エノキタケ※ ²	110									
マイタケ※ ⁴	45			5	10		10		45	135

※1：1ビン500g当たりの添加量

※2：1ビン550g当たりの添加量

※3：1袋2.5kg当たりの添加量

※4：1袋2.2kg当たりの添加量

エリンギとヒラタケでは、生産者が使用している培地以上の収穫量が得られる培地組成の開発には至りませんでした。しかし、栄養材として乾燥酒粕を加えるとうま味や機能性成分が増加することが明らかとなっています。これらのきのこについては、最適な培地組成の開発に向けて継続して研究を進めています。ここでは今までに成果が得られたブナシメジ、ナメコ、菌床シイタケ、エノキタケ及びマイタケについて紹介します。

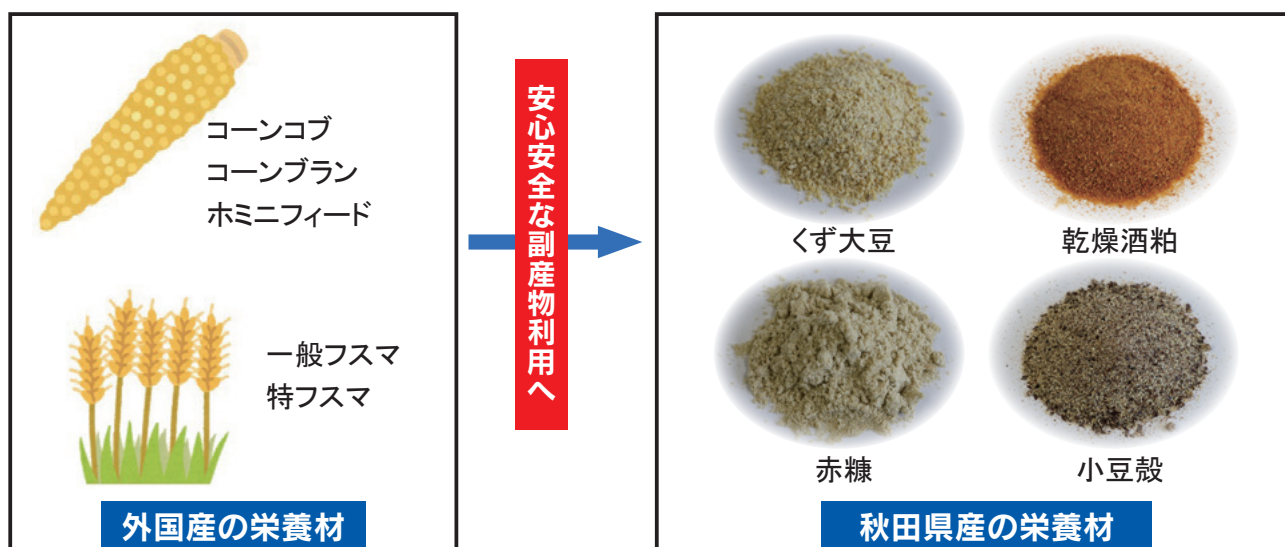


図2 外国産栄養材から秋田県産栄養材への転換

1 栄養材の低コスト化について

① 栽培サイクルと増収効果

赤糠、中糠、くず大豆及び乾燥酒粕などの秋田県産副産物を栄養材として用いることで、既存の培地組成と同程度の栽培サイクルで増収が見込め、品質も良好となります。ブナシメジ、ナメコ、シイタケ、エノキタケ及びマイタケでは、既存培地の約1割増の収量が見込めます。

きのこによっては、栽培期間の短縮が可能です。



② うま味成分の増強

秋田県産副産物を添加した培地から発生したきのこは、うま味成分であるグルタミン酸などのアミノ酸とグアニル酸が増加します。

③ 機能性成分の増強

うま味成分同様、アミノ酸の一種であるギャバ、オルニチン及びエルゴチオネインなど保健機能を有する成分が増加します。



おいしいきのこができるし、健康にも良いなんて素敵ね。

④ 培地コストの削減

秋田県産副産物を栄養材として利用することで、ブナシメジなどのビン栽培では、1ビン（850cc 栽培ビン）当たり 1.7 円、シイタケなど袋栽培では、1菌床（2.5kg）当たり 15.4 円のコスト削減となります。

⑤ 経済効果（秋田県内の小規模栽培を例として）

ア ブナシメジ（ビン栽培）の事例

秋田県産副産物を栄養材として用いて1日当たり2,000本製造した場合、3,430円/日のコストが削減できます。週3回仕込んだ場合は、年間535,080円の削減となります。

また、収量が1ビン当たり約10g増加することから、1kg当たりの単価を413円とした場合、年間1,288,560円の増収となります。

イ 菌床シイタケ（袋栽培）の事例

秋田県産副産物を栄養材として用いて年間10,000菌床製造した場合、154,400円のコスト削減となります。また、収量が約1割増加することから、1kg当たりの単価を1,048円とした場合、年間1,092,016円の増収となります。

秋田県産副産物を栄養材として利用することで、年間100万円以上収益が増えるのじゃ！



1) ブナシメジ

供試した菌株は、県内で栽培されている品種であるチクマッシュ H-120（株式会社千曲化成）です。培地基材はスギおが粉、栄養材は酒米の糠2種（赤糠、中糠）、くず大豆、乾燥酒粕、粳穀くん炭、かき殻粉末及び市販の菌糸活性剤の計7種を用いました。対照区は県内生産者の栄養材組成です。きのこの傘が7分開きのときに収穫し、発生量及び生産コストを比較しました。



写真 10 副産物を栄養材とした時の発生状況



写真 11 対照区と試験区の発生状況
(左：対照区 右：試験区)

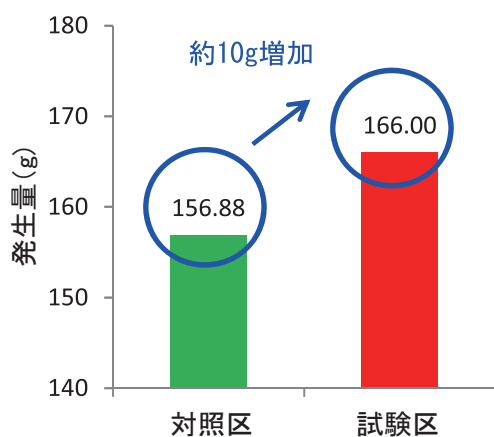


図 3 栽培ビン 1 本当たりの収量比較

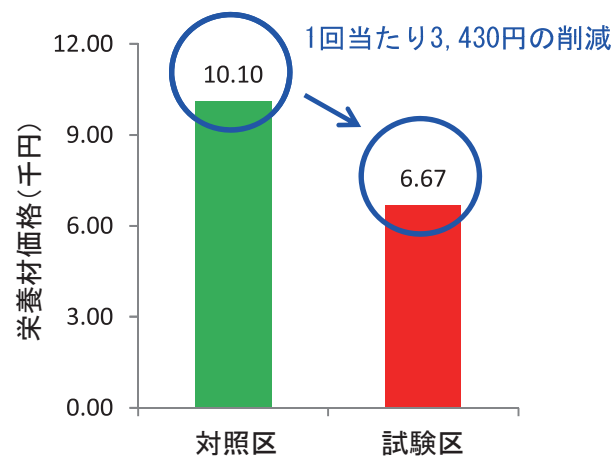


図 4 2,000 本当たりの栄養材コストの比較

対照区と比較して秋田県産副産物に置き換えることで発生量が平均で約 10 g 増加しました。

また、1 回当たり 2,000 本製造した際にかかる栄養材の価格を対照区と比較すると、削減額は 3,430 円となります。この結果から 1 年間の栄養材コストや収穫量の増加分を加えて試算すると、既存の栄養材を副産物（表 4）に置き換えることで年間 1,822,080 円※の増収となります。

※ 週 3 回、1 年当たり 156 回仕込み

平均単価（平成 29 年）413 円/kg として算出

表 4 1 ビン（500g）当たりの栄養材組成

赤糠	60 g
中糠	30 g
くず大豆	20 g
乾燥酒粕	3 g
粳穀くん炭	5 g
かき殻粉末	0.5 g
菌糸活性剤	2.5 g

2) ナメコ

供試した菌株は、県内で栽培されている品種である、KXN008号（株式会社キノックス）です。培地基材は広葉樹おが粉、栄養材は赤糠、くず大豆、小豆殻、かき殻粉末の計4種を用いました。対照区は県内生産者の栄養材組成です。1ビンからきのこを2回収穫し、発生量及び生産コストを比較しました。



写真 12 副産物を栄養材とした時の発生状況



写真 13 対照区と試験区の発生状況
(左：対照区 右：試験区)

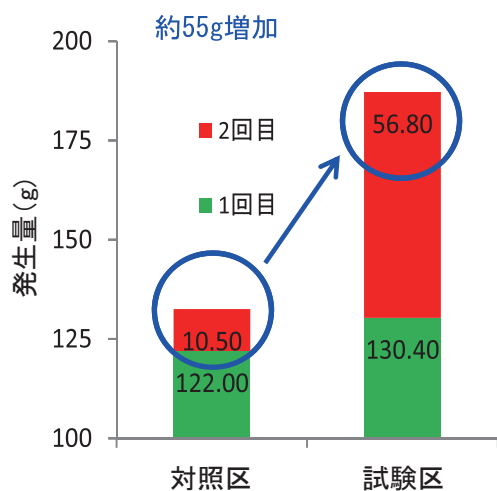


図5 栽培ビン1本当たりの収量比較

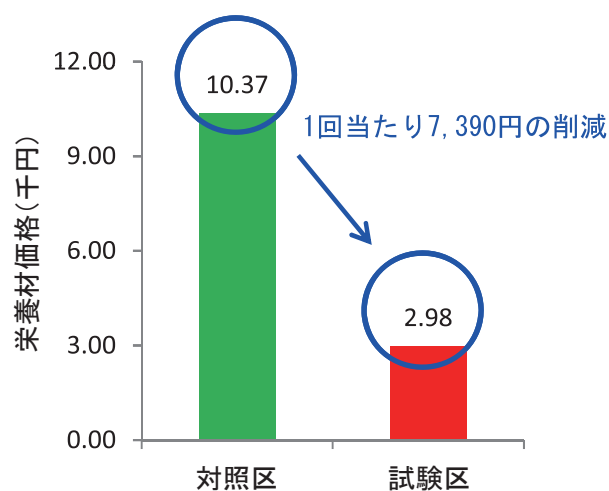


図6 2,000本当たりの栄養材コストの比較

対照区と比較して秋田県産副産物に置き換えることで発生量が平均で約55g増加しました。また、1回当たり2,000本製造した際にかかる栄養材の価格を対照区と比較すると、削減額は7,390円となります。この結果から1年間の栄養材コストや収穫量の増加分を加えて試算すると、既存の栄養材を副産物（表5）に置き換えることで、年間8,960,640円*の増収となります。

表5 1ビン(550g)当たりの栄養材組成

赤糠	50 g
くず大豆	5 g
小豆殻	25 g
かき殻粉末	5.5 g

※ 週3回、1年当たり156回仕込み

平均単価（平成29年）455円/kgとして算出

3) 菌床シイタケ

供試した菌株は、県内で栽培されている品種である森 XR 1 号（森産業株式会社）です。培地基材は広葉樹おが粉、栄養材は酒米の糠 2 種（赤糠、中糠）、くず大豆、乾燥酒粕、かき殻粉末の計 5 種を用いました。対照区は県内生産者の栄養材組成です。きのこの傘が 6～7 分開きのときに収穫し、発生量及び生産コストを比較しました。



写真 14 副産物を栄養材とした時の発生状況



写真 15 対照区と試験区の発生状況
(左：対照区 右：試験区)

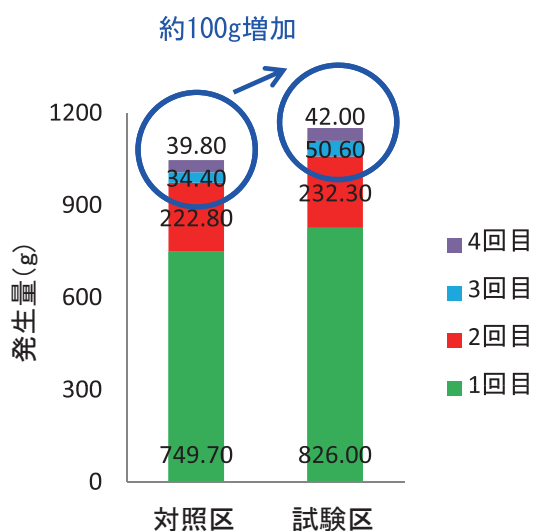


図 7 1 菌床当たりの収量比較

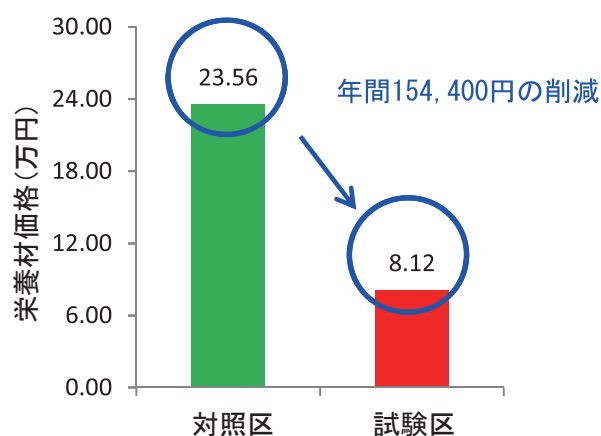


図 8 10,000 菌床当たりの栄養材コストの比較

対照区と比較して秋田県産副産物に置き換えることで発生量が平均で約 100g 増加しました。また、10,000 菌床製造した際にかかる栄養材の価格を対照区と比較すると、削減額は 154,400 円となります。この結果から 1 年間の栄養材コストや収穫量の増加分を加えて試算すると、既存の栄養材を副産物（表 6）に置き換えることで、年間当たり 1,246,416 円※の増収となります。

表 6 1 菌床 (2.5kg) 当たりの栄養材組成

赤糠	125 g
中糠	30 g
くず大豆	60 g
乾燥酒粕	5 g
かき殻粉末	50 g

※ 年間 10,000 菌床仕込み

平均単価（平成 29 年）1,048 円／kg として算出



4) エノキタケ

供試した菌株は、県内で栽培されている品種であるチクマッシュ T-011（株式会社千曲化成）です。培地基材はスギおが粉とし、栄養材は赤糠のみを用いました。対照区は県内生産者の栄養材組成です。きのこが巻き紙よりも高く伸長したときに収穫し、発生量及び生産コストを比較しました。



写真 16 対照区と試験区の発生状況
(左：対照区 右：試験区)

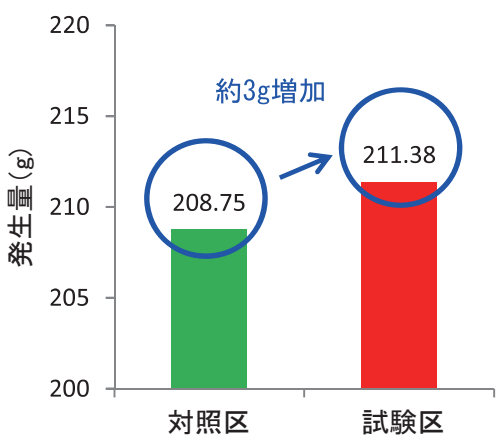


図9 栽培ビン 1 本当たりの収量比較

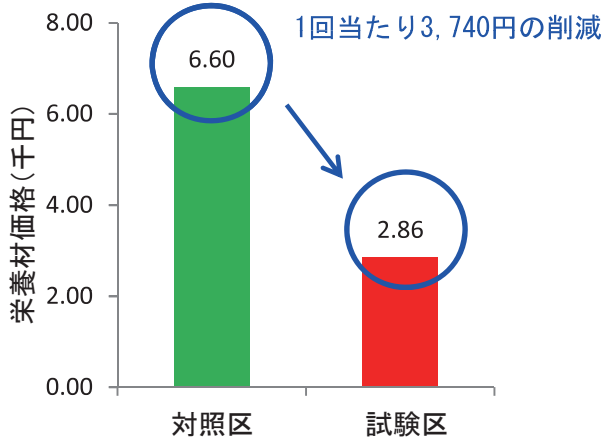


図 10 2,000 本当たりの栄養材コストの比較

対照区と比較して秋田県産副産物に置き換えることで発生量が平均で約 3 g 増加しました。また、1 回当たり 2,000 本製造した際にかかる栄養材の価格を対照区と比較すると、削減額は 3,740 円となります。この結果から 1 年間の栄養材コストや収穫量の増加分を加えて試算すると、既存の栄養材を副産物（表 7）に置き換えることで、年間 774,384 円^{*}の増収となります。

表 7 1 ビン（550g）当たりの栄養材組成

赤糠	110 g
----	-------

※ 週 3 回、1 年当たり 156 回仕込み
平均単価（平成 29 年）204 円／kg として算出

5) マイタケ

供試した菌株は、県内で栽培されている品種である森 51 号（森産業株式会社）です。培地基材は広葉樹おが粉、栄養材は一般フスマ、乾燥オカラ、赤糠、乾燥酒粕、小豆殻、かき殻粉末の計 6 種を用いました。対照区は県内生産者の栄養材組成です。きのこの傘が 7 分開きのときに収穫し、1 菌床当たりの発生量及び生産コストを比較しました。



写真 17 副産物を栄養材とした時の発生状況



写真 18 対照区と試験区の発生状況
(左：対照区 右：試験区)

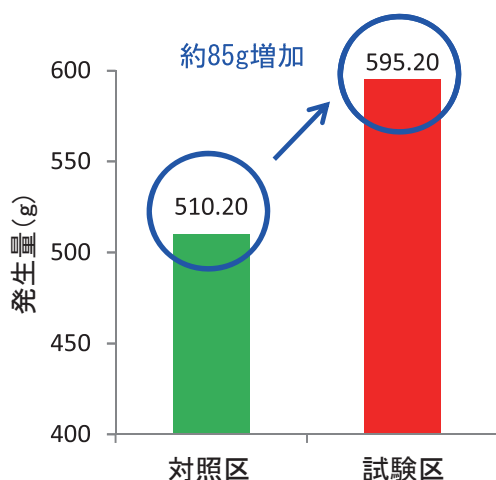


図 11 1 菌床当たりの収量比較

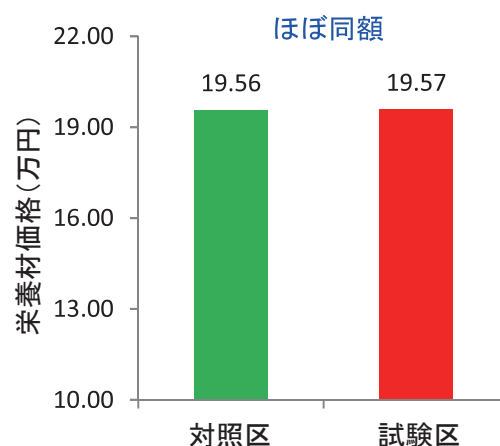


図 12 10,000 菌床当たりの栄養材コストの比較

対照区と比較して秋田県産副産物に置き換えることで発生量が平均で約 85 g 増加しました。また、10,000 菌床製造した際にかかる栄養材の価格を対照区と比較すると、ほぼ同額となりました。この結果から、1 年間の収穫量の増加分を試算すると、既存の栄養材を副産物（表 8）に置き換えることで、年間 647,700 円※の増収となります。

表 8 1 菌床（2.2kg）当たりの栄養材組成

一般フスマ	45 g
乾燥オカラ	135 g
赤糠	45 g
小豆殻	10 g
乾燥酒粕	5 g
かき殻粉末	10 g

※ 年間 10,000 菌床仕込み

平均単価（平成 29 年）762 円／kg として算出

2 うま味成分・機能性成分の向上について

1) きこのうま味物質

「うま味」は、1908年に昆布に含まれるグルタミン酸のナトリウム塩が示す味として、世界で初めて見出されました。その後、イノシン酸が鰹節から、グアニル酸が干しシイタケから発見されました。また、グルタミン酸とイノシン酸あるいは、グルタミン酸とグアニル酸の組合せで2つのうま味物質が存在すると、うま味の強度は相加的にではなく相乗的に強められることが明らかにされています。

3つの食材が組み合わせると、どれだけおいしいのかしら？



鰹節・煮干し
(イノシン酸)



きのこ類
(グアニル酸)



コンブ
(グルタミン酸)

ア グアニル酸

シイタケの菌床栽培に秋田県産副産物を用いると、グアニル酸の含有量が2倍以上に増加します。シイタケ以外のきのこでも、培地に乾燥酒粕を加えるとグアニル酸をはじめ、うま味成分や機能性成分が増加します。



秋田県産の副産物を用いると、うま味成分のグアニル酸が、全てのきのこで増加するよ！

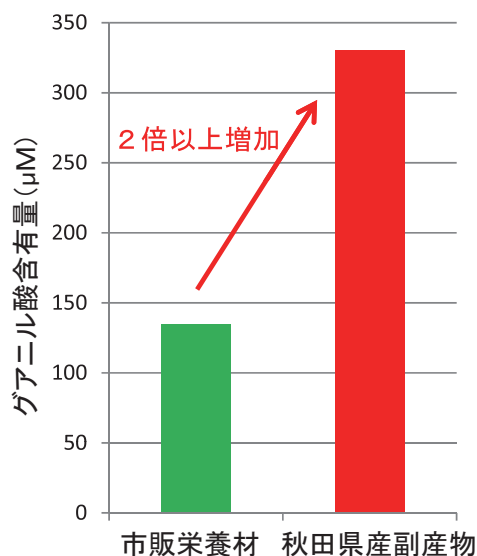


図 13 シイタケのグアニル酸含有量の比較

イ グルタミン酸

シイタケ栽培に用いる栄養材を市販栄養材から秋田県産副産物に変えることでアミノ酸の含有量が増加します。うま味を呈するグルタミン酸は副産物を用いることで、市販栄養材と比較して約2倍に増加し、全アミノ酸量も増加することが明らかになりました。シイタケ以外のきのこも副産物を利用することで、グルタミン酸をはじめアミノ酸量が増加します。

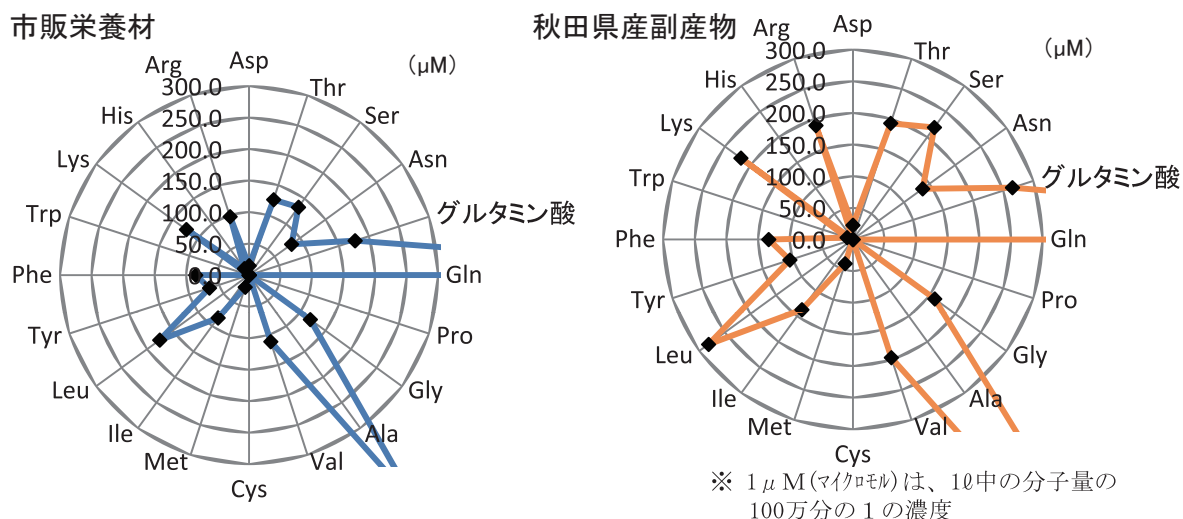


図 14 シイタケのアミノ酸含有量の比較

光環境は、暗黒、白色 LED 及び青色 LED の3条件とし、シイタケ栽培の光環境と部位別にグルタミン酸の含有量を調査した結果、白色 LED で生育したシイタケに最も多くグルタミン酸が含まれていることがわかりました。

また、部位別ではひだや菌柄（あし）に多く含まれていることも明らかとなりました。秋田県産副産物を用い、光源に白色 LED を用いることで、菌柄までおいしいシイタケを作ることが可能です。このことは、シイタケ以外のきのこでも同様な結果が得られており、栽培現場ですぐに利用可能な技術と言えます。

試験に使用した光源

白色 LED 植物育成用蛍光灯型 LED「プラントフレック」
PF40-S18WT8-D (株式会社日本医科器械製作所) 光量子束密度 $5.54 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$

青色 LED (株式会社マブチ照明製作所)
光量子束密度 $17.41 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$

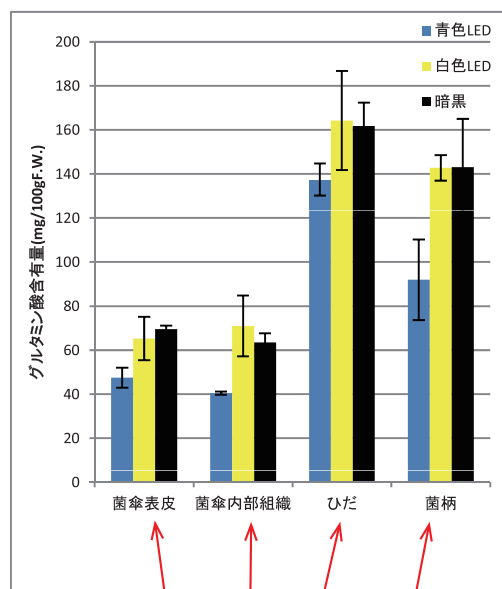
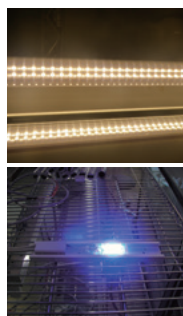


図 15 光環境の違いによるシイタケの部位別グルタミン酸含有量の比較

2) 保健機能性成分

ア ギャバ (GABA)

ギャバ (GABA) は、野菜や果物に含まれるアミノ酸の一種で、血圧の上昇を抑えたり精神安定作用があるといわれています。最近では、ギャバが含まれている機能性表示食品が142件(2018年2月2日現在)販売され、表示可能な機能として、血圧改善、ストレス緩和、疲労感の軽減、睡眠の改善効果の4種があります。ギャバは、副産物を用いることで、市販栄養材と比較して、数倍に増加します。

シイタケ栽培の光環境と部位別にギャバの含有量を調査した結果、白色LEDや暗黒条件下で生育したシイタケに最も多くギャバが含まれていることがわかりました。また、部位別では、ひだや菌柄に多く含まれていることも明らかとなりました。シイタケ以外のきのこでも同様な結果が得られています。

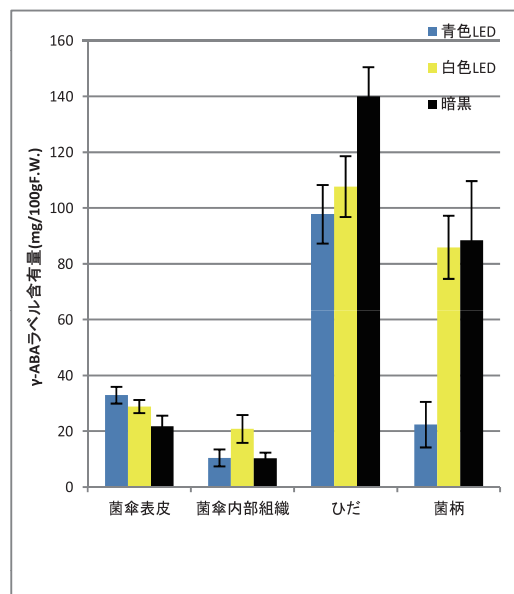


図 16 光環境の違いによるシイタケの部位別ギャバ含有量の比較

イ オルニチン

オルニチンは、アミノ酸の一種で二日酔いや疲労の改善など機能性アミノ酸として注目されています。従来、シジミに多いとされてきましたが、最近の研究成果からシジミと比較してきのこ類には同等もしくはそれよりも高い数値を示すことが明らかになりました。オルニチンもギャバ同様、副産物を添加した培地で生育したきのこは、市販栄養材から発生したきのこと比較して、含有量が増加します。

シイタケ栽培の光環境と部位別にオルニチンの含有量を調査した結果、オルニチンは白色LEDで菌傘表皮に多く、暗黒条件下で菌柄に最も多く含まれていることがわかりました。

また、部位別では、菌傘表皮と菌柄に多く含まれていることも明らかとなりました。シイタケ以外のきのこでも同様な結果が得られています。

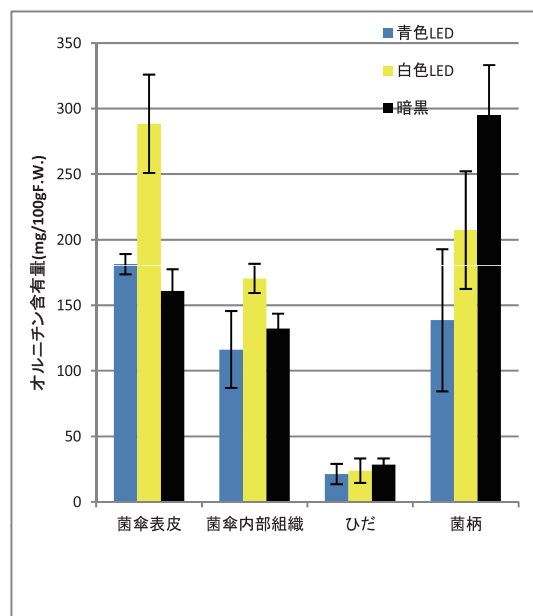


図 17 光環境の違いによるシイタケの部位別オルニチン酸含有量の比較

ウ エルゴチオネイン

抗酸化物質が老化や疾病を予防するのに有効であるといわれています。エルゴチオネインは、アミノ酸の一種で、水溶性で熱や酸に強いという特徴を持っています。多くの生物に存在しますが、動物や植物は生合成できず、きのこなどの菌類と一部の細菌によってのみ合成され強い抗酸化作用を示します。また、高等動物の細胞にはエルゴチオネインを積極的に取り込む輸送タンパク質が存在することが明らかになっています。きのこにはエルゴチオネインが多く含まれ、副産物を用いて栽培することで、市販栄養材と比較して、数倍に増加することを明らかにしました。

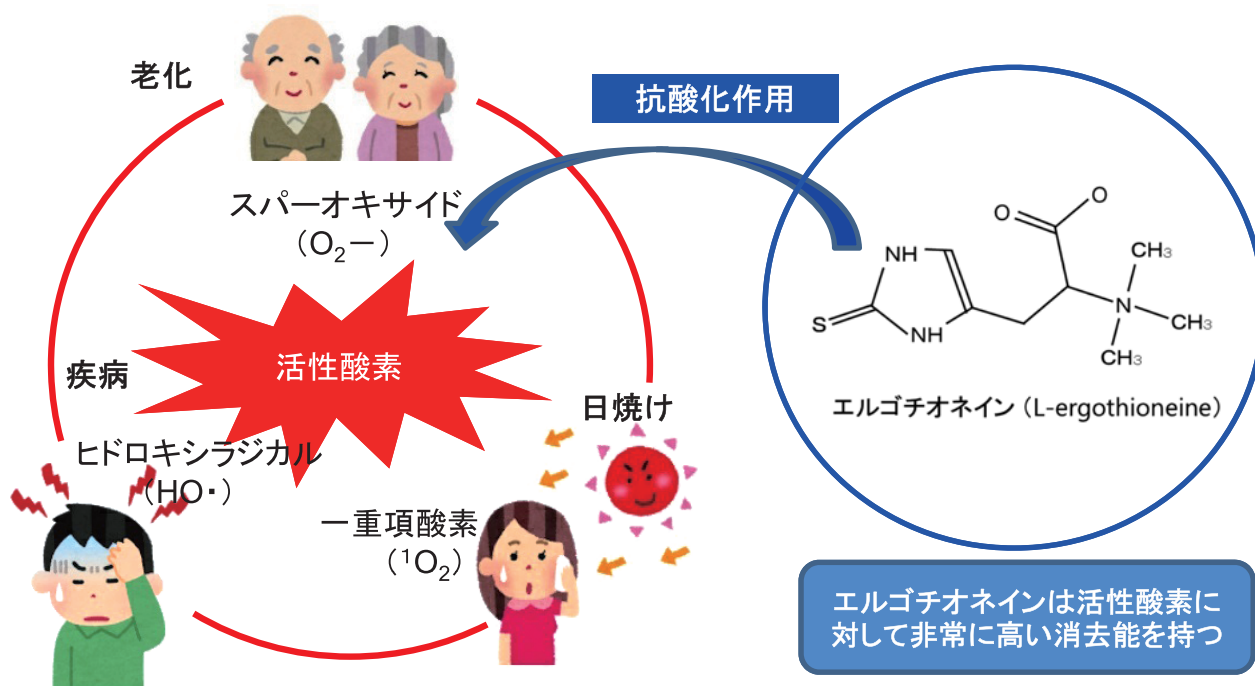


図 18 活性酸素が体に与える影響

シイタケ栽培の光環境と部位別にエルゴチオネインの含有量を調査した結果、エルゴチオネインは、ひだに特異的に多く含まれていることがわかりました。また、白色 LED と暗黒条件下で生育したシイタケに多く含まれていることがわかりました。シイタケ以外のきのこでも同様な結果が得られています。

きのこのうま味成分や機能性成分を増強する光環境は、白色 LED 照射あるいは暗黒下が適していることが明らかとなりました。しかし、暗黒下で生育したきのこの傘の色は白色傾向を示し、菌柄も長くなることから、形質面を考慮すると白色 LED が最も適していると言えます。

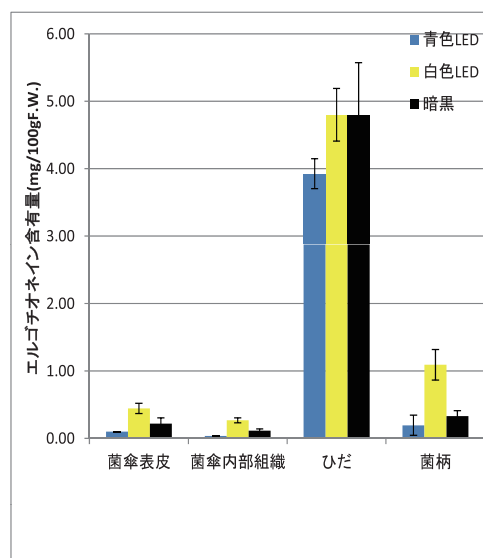


図 19 光環境の違いによるシイタケの部位別エルゴチオネイン含有量の比較



3) きのこの収穫適期

うま味及び機能性成分の多い生育ステージで出荷すると、うま味や機能性成分を多く含み差別化に結びつけることができます。そこで、収穫時期をシイタケの成長過程をステージⅠからⅦの7段階に分け、各成分を測定しました。

【エルゴチオネイン・オルニチン】

エルゴチオネインは、菌床から発生したきのこの芽に多く含まれ（ステージⅠ）、その後減少しますが、ステージⅣからステージⅥの7分開きまで増加し、再度減少に転じます。エルゴチオネインとオルニチンの増減パターンは同様の傾向を示しますが、オルニチンの含有量は、ステージⅥとⅦの7分開き以上で最も多くなります。



写真 19 成分分析に用いたシイタケの各ステージ

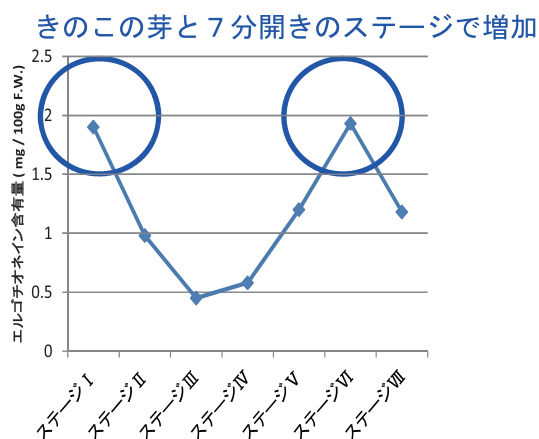


図 20 シイタケ成長過程におけるエルゴチオネイン含有量の変動

ステージⅠ～Ⅲ：原基
ステージⅣ：5分開き
ステージⅥ：7分開き
ステージⅦ：9分開き以上

【グルタミン酸・ギャバ】

グルタミン酸とギャバは、ステージⅠに最も多く含まれ、成長とともに減少します。グルタミン酸とギャバの増減パターンは同様の傾向を示します。

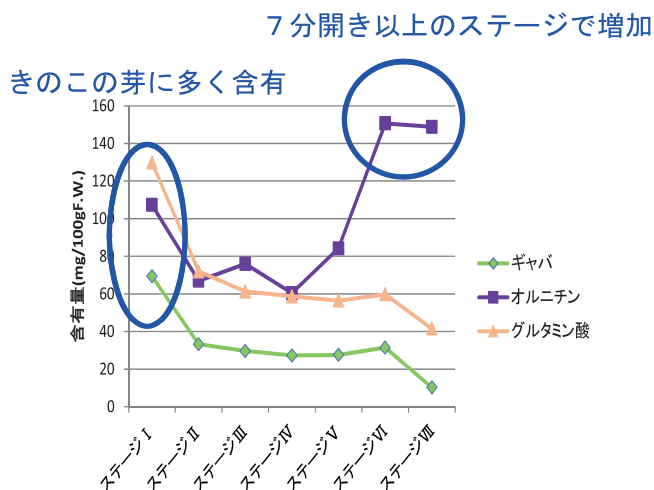


図 21 シイタケ成長過程におけるギャバ、オルニチン及びグルタミン酸含有量の変動

第3章 未利用地域資源を活用した栽培事例

1 ブナシメジの栽培

① 事例の概要

- 事例の場所 横手市雄物川町
- 事例の実施者 吉 田 茂 氏

② 栽培の内容

吉田茂さんは、昭和49年にヒラタケの栽培を始めましたが、平成10年にヒラタケより収量が多く、既存の施設も利用できるブナシメジの周年栽培に切り替えました。

スギおが粉を主体とする培地をビンに詰めて年間34万本を製造しています。殺菌を終え、ブナシメジの種菌を植えて温度19℃で90日間培養した後、発生室に移し約21日間の生育期間を経て収穫となります。生産量は年間45tです。生産したきのこのうち半分は秋田県内、残りは東京や大宮等の市場へ出荷しています。

吉田さんのきのこは「品質が良く、揃っている」という声があがるほど市場評価が高く、きのこ生産の励みになっています。

きのこ栽培のポイントは培養室内の温度変化を把握し、適正な温度を維持することが安定したきのこ生産につながるため、温度管理が重要であると強調しています。



(栽培施設)



(種菌接種後の培養状況)



(菌掻きして約14日目)



(収穫前のブナシメジ)

写真 20 生産施設と栽培状況

③ 栽培者のことば

これまでは、培地基材としてスギおが粉と、栄養材として一般に市販されているフスマなどを使用してブナシメジを栽培してきました。しかし、収益を少しでも上げるため、培地材料の改善による増収や経費の削減、また、「より安心・安全な商品を提供するために秋田県産の材料を使用したい」という思いから、新たな材料を模索していました。

赤糠、中糠、くず大豆の使用について林業研究研修センターの指導を受け、早速きのこの栽培に取り入れてみました。赤糠、中糠は隣接する湯沢市で、くず大豆はＪＡふるさとで取り扱っており、栄養材の産地も明確でかつ安価であるなど、長年抱えていた課題を解決するものでした。

栽培試験の結果、これまで使用していたフスマに代替えできることがわかったほかに、きのこの収穫量も上回ったことには驚きました。培地にかかる費用削減や収量アップにより収益の向上につながったほか、きのこががっしりとしており品質も向上しています。私なりに赤糠、中糠、くず大豆の割合を変えて栽培をしてみたところ、くず大豆が収量面に効いているのではないかと考え、更なる改良を試みています。

今後も、秋田県産の副産物を用いて培地を製造し、オール秋田県産の材料を用いた「安心・安全なきのこ」づくりに取り組んでいきたいと考えています。



(くず大豆の粉碎機)



(攪拌機による培地調整)



(収穫する吉田さん)



(バック詰め作業)

写真 21 秋田県産副産物を用いたきのこ生産

2 マイタケの栽培

① 事例の概要

- 事例の場所 能代市落合（吉田きのこ工房）
- 事例の実施者 吉 田 誠 氏

② 栽培の内容

吉田誠さんは平成9年からビンを使用したマイタケ栽培を行っています。栽培を始めた当初、収量品質とも納得のいくマイタケが採れなかったため、当センターの協力を得ながら種菌、栽培方法を改良し、香り豊かな葉肉の厚いマイタケを生産できるようになりました。

ナラの廃ホダ木を培地基材として栄養材を加えた培地をビンに詰めて、年間36万本を製造しています。培養期間はマイタケの種菌を植えて温度23℃の空調施設内で24日間、発生期間は温度20℃で11日間の計35日間でマイタケを収穫し、生産量は年間36tとなっています。

販売先は、50%が東京や神奈川等の市場で40%は県内各地のイオンや生協等、残り10%は観光地の田沢湖畔のホテルや東京のアンテナショップあきた美彩館に直販をしています。また、吉田さんは生マイタケのほかに素材を活かした加工食品を開発するなど他商品と差別化を図った販売戦略をとっています。

首都圏では、味、香り、食感が良いという評価を得ており、昨今テレビ番組でマイタケはダイエットに良いと紹介されたことでマイタケブームが続いており、現在上々の売れ行きとなっています。素材には自信を持っている吉田さん、マイタケ栽培に熱が入る毎日とのことでした。



（栽培施設前の吉田さん）



（ビンでの培養状況）



（芽出しの管理）



（発生室）

写真 22 生産施設と栽培状況

③ 栽培者のことば

長年マイタケ栽培を行ってきましたが、一番の問題点は収量が上がらないことでした。収量が上がらないことには、収益増に結びつきません。収量を左右するポイントとして、培地に加える栄養材の種類と混合割合が大きな鍵となります。これまで栽培に使用してきた栄養材は、一般フスマと特フスマの2種類です。そこで、収量アップに向けてフスマ2種の混合割合や1ビン当たりの栄養材の含有量を変えて試験的に栽培してみました。1ビン当たり80gが限界でした。1パック100g詰めが標準であることから目標収量を100gと定め、クリアすることが一番の課題でした。

そのような中、小豆を粉砕して小豆粉を製造する時に出る小豆殻をきのこ栽培へ使用することについて林業研究研修センターから指導を受けました。フスマに小豆殻を栄養材として加えて試行錯誤してみたところ、1ビン当たり100gのマイタケの収穫が可能となりました。また、小豆殻は食品系副産物ということから安く入手でき、栄養材にかかる費用も軽減できたなど二重の喜びです。

今では安定した収量が得られることから、取引先に対して安心してマイタケを定量出荷できます。“小豆殻があったからこそ、今がある”というのが現在の心境です。



(葉肉の厚いマイタケの収穫)



(丁寧にパック詰め)



(加熱するだけで食べられる加工商品)

写真 23 小豆殻を用いて栽培したマイタケの収穫と加工商品

3 秋田県立大曲農業高等学校（農業科学科きのこ研究グループ）の取組

① オール秋田で取り組むきのこのブランド化に向けた挑戦

大曲農業高等学校農業科学科きのこ研究グループでは、「農山村に活力を取り戻し新たな雇用の創出と革新を巻き起こす」をコンセプトにオール秋田でオンリーワンのきのこのづくりに取り組みました。生徒たちの研究は、高品質のシイタケの安定生産を目指すとともに、「地域経済への貢献」というテーマも大きな柱にしています。きのこの研究の中で、重点は生産コストの削減です。そのためには、秋田県内で豊富にある未利用地域資源を利用し、オール秋田による低コスト栽培、安心・安全なきのこのづくりを目標としました。

② ヒラタケで栽培試験をスタート

研究グループは、ヒラタケを用いた予備試験から始め、培地の組成調査は当センターが指導、ヒラタケのうま味成分の分析は秋田県立大学で行いました。栄養材は、中糠、乾燥酒粕、くず大豆の3種の未利用地域資源を用い、16パターンの組み合わせを考えて栽培試験を行った結果、くず大豆50%、中糠25%、乾燥酒粕25%の組み合わせで収量が最も高くなるという成果が得られました。収穫したヒラタケは文化祭や地域イベント、大型商業施設において販売されました。

③ ネクストステージ シイタケ栽培に向けて始動

ヒラタケの試験結果を基に、シイタケへの技術移転に向けたチャレンジを行いました。栄養材の組み合わせを数多く設定し徐々に絞り込んでいき、その結果、発生量が1割増加し、傘が栗色できれいなシイタケを収穫できる最良の培地を開発しました。

経営コストを分析してみると、栄養材が市販栄養材より安価なことから菌床1袋当たり22.7円のコスト削減となり1か月当たり20日間、1日500袋の培地を製造した場合22.7万円の材料費の削減、加えて1割の収量アップにより800kgの増収となる試算結果が出ています。未利用地域資源による低コスト生産で、シイタケ生産のスケールアップと、安心・安全な食品としてPRできる商品となっています。

これらの成果は、秋田県内のきのこ生産者が集まり技術情報の交換やビジネスチャンスの拡大を目的とした県の「低コスト栽培技術開発会議」で発表を行い、きのこ生産者とネットワークを築き上げています。



(菌床シイタケの発生状況の観察)



(センター職員による栽培指導)



(菌床シイタケの収穫実習のガイダンス)



(収穫した肉厚なシイタケ)



(アイデアの詰まった研究ファイル)



(きのこ研究に取り組んだスタッフ一同)

写真 24 菌床シイタケの栽培に取り組んだきのこ研究グループ

おわりに

未利用地域資源である秋田県産副産物を活用すると

- ① これまで使用している栄養材の費用を削減できます。
- ② 発生量の増加が期待できます。
- ③ うま味成分と機能性成分が増加します。
- ④ うま味及び機能性成分量から、きのこの7から8分開きが収穫適期といえます。
- ⑤ うま味及び機能性成分量から、発生室の光源は植物育成ランプなどの青色光を含む白色LEDランプが適しています。

ということがわかりました。栄養材の低コスト化につながり、うま味成分・機能性成分の高いきのこ生産に結びつくことが示されました。今回の結果を参考にさせていただき生産の場において役立てていただければ幸いです。

引用文献・参考文献

- ・菅原冬樹(2013): 秋田の森林づくり 10月号 (No.694)
- ・菅原冬樹ら(2013): 東北森林科学会第18回大会講演要旨集, p.37
- ・鈴木博美ら(2013): 東北森林科学会第18回大会講演要旨集, p.39
- ・寺嶋芳江(2014): 改訂版最新きのこ栽培技術, (株)プランツワールド
- ・高見澤秀幸(2014): 大塚薬報 3月号 (No.703)
- ・照内之尋(2014): 秋田の森林づくり 1月号 (No.697)
- ・秋田魁新報(2014): 「キノコの菌床栽培研究 (1月6日)」
- ・菅原大夢・菅原冬樹(2014): 東北森林科学会第19回大会講演要旨集, p.24
- ・菅原冬樹ら(2015): 東北森林科学会第20回大会講演要旨集, p.29
- ・鈴木博美ら(2015): 東北森林科学会第20回大会講演要旨集, p.33
- ・菅原冬樹ら(2016): 東北森林科学会第21回大会講演要旨集, p.32
- ・鈴木博美ら(2017): 東北森林科学会第22回大会講演要旨集, p.16
- ・菅原冬樹・鈴木博美(2017): 産地ニーズに対応した技術移転加速化事業実績報告書、秋田県林業研究研修センター
- ・菅原冬樹ら(2017): 第67回日本木材学会研究発表要旨集, p.258
- ・菅原冬樹・鈴木博美(2017): 日本きのこ学会第21回大会講演要旨集, p.99
- ・菅原冬樹ら(2018): 第62回日本菌学会大会講演要旨集, p.80
- ・鈴木博美ら(2018): 東北森林科学会第23回大会講演要旨集, p.14

執 筆

- | | | | | |
|----------------|---------|-------|-------|---------|
| ・秋田県林業研究研修センター | 研修普及指導室 | 主 幹 | 山田 尚 | 第1章、第3章 |
| ・秋田県林業研究研修センター | 資源利用部 | 部 長 | 菅原 冬樹 | 第2章 |
| ・秋田県林業研究研修センター | 資源利用部 | 主任研究員 | 鈴木 博美 | 第2章 |

これまでの林業普及冊子

No. 1	今すぐできるきのこ・山菜栽培	平成 10 年度発行
No. 2	林業経営からみた複層林施業	平成 11 年度発行
No. 3	これからの林業機械	平成 11 年度発行
No. 4	広葉樹を植えよう	平成 11 年度発行
No. 5	これからの林業機械（2）	平成 12 年度発行
No. 6	風に強い森林を育てる	平成 12 年度発行
No. 7	秋田スギの原木乾燥を進めよう	平成 13 年度発行
No. 8	森づくり・たくみの人びと	平成 14 年度発行
No. 9	わかりやすい山菜類の栽培	平成 14 年度発行
No.10	“学校教育と連携した森林環境教育の効果的な進め方”	平成 15 年度発行
NO.11	森林づくりをサポート森林病虫害の防除法	平成 15 年度発行
No.12	収益性が高い“低コスト生産”を目指して	平成 16 年度発行
No.13	野外や簡易施設を利用したきのこ栽培	平成 17 年度発行
No.14	複層林施業マニュアル	平成 18 年度発行
No.15	高性能林業機械の低コスト生産システム	平成 19 年度発行
No.16	21 世紀の森づくりを担う君達へ～ 20 世紀の造林者から～	平成 19 年度発行
No.17	森林環境の保全を考えた森林管理～自然と人との共生の森づくり～	平成 20 年度発行
No.18	栽培きのこの害菌・害虫防除マニュアル	平成 21 年度発行
No.19	低コストでこわれにくい作業道づくりマニュアル	平成 22 年度発行
No.20	列状間伐と森林の管理	平成 23 年度発行
No.21	針広混交林化誘導マニュアル	平成 24 年度発行
No.22	スギ人工林の間伐と森林機能	平成 25 年度発行
No.23	広葉樹林再生の手引き	平成 26 年度発行
No.24	最新の収穫間伐における作業システムと路網	平成 27 年度発行
No.25	スギの再造林を低コストで行うために	平成 28 年度発行
No.26	森林管理入門	平成 29 年度発行

問い合わせ先

林業研究研修センター（研修普及指導室）	TEL 018-882-4512
林業研究研修センター（環境経営部・資源利用部）	TEL 018-882-4513
鹿角地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0186-23-2275
北秋田地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0186-62-1445
山本地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0185-52-2181
秋田地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 018-860-3381
由利地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0184-22-8351
仙北地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0187-63-6113
平鹿地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0182-32-9505
雄勝地域振興局農林部森づくり推進課（林業振興班）	TEL 0183-73-5111

【発行】秋田県林業研究研修センター（平成 31 年 3 月）