

学位論文題名

The Scrutiny of Chemical and Physical Properties of
Some Lignocellulosic Substrates:
It's Impact to the Crop Performance of
Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*)

(リグノセルロース質の理化学的特性の精査：ヒラタケ生産に対する影響)

学位論文内容の要旨

インドネシア・カリマンタンに産する未利用リグノセルロース材料として、オイルパーム空果房(EFB)、オイルパーム茎葉(OPF)、オイルパーム樹幹(OPT)、アカシアマンギウム樹皮(AB)およびチガヤの一種(IC)について化学、物理的特性を精査し、ヒラタケ(*Pleurotus ostreatus*)の生産に対する影響を評価した。

2009年末までにインドネシアでは約730万ヘクタールのオイルパーム(*Elais guinensis*)プランテーションが造成され、急進的な世界一のパームオイル生産国となった。現在インドネシアにおいては年間ヘクタール当たり32トンのオイルパーム果房が生産される一方、同時に20.5トンの空果房、10.5トンのオイルパーム茎葉が排出されている(パームオイル生産量と空果房排出量はほぼ同量)。さらに25年毎にヘクタール当たり20トンのオイルパーム樹幹も排出される。また、インドネシアでは人工林400万ヘクタールの80%以上にアカシア類(*Acacia mangium*)が植栽され、収穫された素材の10-15%は樹皮として排出される。一方、チガヤの一種(*Imperata cylindrica*)はかつて森林であった無立木地2000万ヘクタールに繁茂している。これらインドネシアに産するリグノセルロース材料は資源として高いポテンシャルを内包しているが、これまでに十分な利用は為されていない。そこで本研究においては、これらのリグノセルロース材料に対して次の3項目について検討を行う。1) 化学、物理的特性に基づく培地適性評価、2) ヒラタケ生産における化学特性(炭素、窒素、抽出成分、セルロース、リグニン等)の影響、3) ヒラタケ生産における物理特性(粒径組成、粒子密度、孔隙率、水分保持率等)の影響。きのこの培地に必要とされる化学、物理的特性を精査し、ヒラタケの生産性におよぼす影響を評価することを目的とした。

きのこの収量は培地の化学性、物理性に大きく依存する。化学的特性に関連して、窒素含量と炭素・窒素(C/N)比率は培地条件として重要である。一般的なきのこ栽培においては培地の窒素含量0.5%以上が必要とされており、各素材の窒素含有率およびC/N比は、オイルパーム空果房(2.1%、20.4)、樹幹(0.6%、75.5)、アカシア樹皮(1.47%、32.9)およびチガヤ(0.76%、57.5)であり、補助的栄養添加無しでそれぞれ単独で使用可能と評価された。オイルパーム茎葉

は窒素含有率が 0.35%でやや低い、セルロース含量が高い (47%) ため、窒素分を補填することにより生物的効率の向上が期待された。

リグノセルロース材料をきのこの菌床栽培に用いるためには、適宜粉碎処理を施す必要がある。粉碎された培地基材の粒度組成は培地の物理性に関係し、きのこの生産性にも影響する。3段階の粒径クラス (細粒: 177-250 μm 、中粒: 350-710 μm 、粗粒: 710 μm 以上) に篩い分けした際の粒度組成は材料毎に異なっていたが、粒径クラス毎の物理性に大きな差異は認められなかった。細粒域は最も高い粒子密度と水分保持率を示し、次いで中粒域、粗粒域であったのに対して、孔隙率は細粒域が最低であった。孔隙率は細粒化に伴い減少する一方で、粒子密度と水分保持率は増加した。このような物理性を考慮し、きのこの生育環境 (培地) を最適化する必要がある。

比較的高い窒素含有率 (0.5%以上) を示したオイルパーム空果房、樹幹、チガヤおよびアカシア樹皮を基本培地として、C/N 比を調整するためにオイルパーム茎葉または樹幹粉碎物を以下の割合で混合し、ヒラタケ栽培における栽培日数、収量および生物的効率を調査した。EFB+OPF (85%+15%)、AB+OPF (80%+20%)、IC+OPF (70%+30%)、OPT+OPF (60%+40%)、EFB+OPT (85%+15%)、AB+OPT (80%+20%)、IC+OPT (70%+30%)。

オイルパーム茎葉と樹幹の添加は全ての培地基材についてヒラタケの生産全般に影響した。単独使用に比してオイルパーム樹幹粉碎物添加は総栽培日数を短縮するが、茎葉粉碎物は子実体収量と生物的効率を向上させた。チガヤとオイルパーム樹幹の組み合わせにおいて、菌周りは最短で 19 日、原基形成日数は 24 日となった。チガヤとオイルパーム茎葉の組み合わせにおいて最高収量と生物的効率を得た。原基形成日数はオイルパーム空果房単独もしくは茎葉との組み合わせにおいて最短となり、結果として総栽培日数が短縮された。オイルパーム空果房とチガヤはヒラタケ生産に単独使用可能な培地基材であると判断された。

各粒径域の物性とヒラタケ生産への影響を調査した。供試材料を粉碎後篩い分けし、以下の組成で各粒径域単独、または 2 粒域等量で混合して使用した。OS100%; CPS=100%; FPS=100%; OS+CPS=50%.50%、OS+FPS=50%.50%、CPS+FPS=50%.50%。粒径組成の差異はヒラタケの生産性に影響をおよぼした。オイルパーム空果房と茎葉の細粒域は、菌周り、原基形成、収穫まで全般的に遅らせる傾向がある一方で、中粒域および粗粒域に比べて生物的効率は高くなった。一方チガヤの粗粒域は、オイルパーム空果房と樹幹の細粒域と同様の傾向があった。細粒域において高い生物的効率が得られるのは、高い粒子密度と低い孔隙率に起因すると考えられた。粒子密度と孔隙率は生物的効率と有意な関係が有る一方で、初期含水率、水分保持率と生物的効率の間には有意な関係は認められなかった。培地基材の粒度組成を適宜調整することにより、ヒラタケの生産性は向上した。

インドネシア・カリマンタンに産するこれらの未利用リグノセルロース材料は、化学、物理特性に留意して適宜培地調製することにより、補助的栄養源を添加することなくヒラタケ栽培に有効に利用できることが示された。

学位論文審査の要旨

主査	准教授	玉井	裕
副査	教授	矢島	崇
副査	教授	浦木	康光
副査	助教	幸田	圭一

学位論文題名

The Scrutiny of Chemical and Physical Properties of Some Lignocellulosic Substrates: It's Impact to the Crop Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*)

(リグノセルロース質の理化学的特性の精査：ヒラタケ生産に対する影響)

本論文は、図 29、表 5 を含む総頁数 91 の英文論文であり、他に参考論文 4 編が添えられている。

インドネシア・カリマンタンに産する未利用リグノセルロース材料として、オイルパーム空果房(EFB)、オイルパーム茎葉(OPF)、オイルパーム樹幹 (OPT)、アカシアマンギウム樹皮 (AB) およびチガヤの一種 (IC) について化学、物理的特性を精査し、ヒラタケ(*Pleurotus ostreatus*)の生産に対する適性を評価した。

現在インドネシアは急進的な世界一のパームオイル生産国であり、年間ヘクタール当たり 32 トンのオイルパーム果房が生産される一方、同時に 20.5 トンの空果房、10.5 トンのオイルパーム茎葉が排出されている。さらに 25 年毎にヘクタール当たり 20 トンのオイルパーム樹幹も排出される。また、インドネシアでは人工林 400 万ヘクタールの 80%以上にアカシア類が植栽され、収穫された素材の 10-15%は樹皮として排出される。チガヤの一種 (*Imperata cylindrica*) はかつて森林であった無立木地 2000 万ヘクタールに繁茂している。これらはリグノセルロース資源として高いポテンシャルを内包しているが、これまでに十分な利用は為されていない。そこで本研究においては、きのこの培地に必要とされる理化学的特性を精査し、ヒラタケの生産性における影響を評価することを目的とした。

一般的なきのこの栽培においては培地の窒素含量 0.5%以上が必要とされており、EFB (2.1%)、OPT (0.6%)、AB (1.47%) および IC (0.76%) は補助的栄養添加無しでそれぞれ単独で使用可能と評価された。OPF は窒素含量が 0.35%でやや低いが、セルロース含量が高い (47%) ため、窒素分を補填することにより生物的効率の向上が期待された。

リグノセルロース材料をきのこの菌床栽培に用いるためには、適宜粉碎処理を施す必要がある。粉碎された培地基材の粒度組成は培地の物理性に関係し、きのこの生産性にも影響する。3段階の粒径クラス (細粒：177-250 μ m、中粒：350-710 μ m、粗粒：710 μ m以上) に篩

い分けした際の粒度組成は材料毎に異なったが、粒径クラス毎の物理性に大きな差異は認められなかった。孔隙率は粒径が下がることに伴い減少する一方で、粒子密度と水分保持率は増加した。このような物理性を考慮し、きのこの生育環境（培地）を最適化する必要がある。

比較的高い窒素含量（0.5%以上）を示したオイルパーム空果房、樹幹、チガヤおよびアカシア樹皮を基本培地として、C/N比を調整するためにオイルパーム茎葉または樹幹粉碎物を以下の割合で混合し、ヒラタケ栽培における栽培日数、収量および生物的効率を調査した。EFB+OPF（85%+15%）、AB+OPF（80%+20%）、IC+OPF（70%+30%）、OPT+OPF（60%+40%）、EFB+OPT（85%+15%）、AB+OPT（80%+20%）、IC+OPT（70%+30%）。

オイルパーム茎葉と樹幹の添加は全ての培地基材についてヒラタケの生産全般に影響した。単独使用に比して樹幹粉碎物添加は総栽培日数を短縮するが、茎葉粉碎物は子実体収量と生物的効率を向上させた。チガヤとオイルパーム樹幹の組み合わせにおいて、菌周りは最短で19日、原基形成日数は24日となった。チガヤとオイルパーム茎葉の組み合わせにおいて最高収量と生物的効率を得た。原基形成日数はオイルパーム空果房単独もしくは茎葉との組み合わせにおいて最短となり、結果として総栽培日数が短縮された。オイルパーム空果房とチガヤはヒラタケ生産に単独使用可能な培地基材であると判断された。

各粒径域の物性とヒラタケ生産への影響を調査した。各粒径域単独、または二粒径域等量で混合して使用した。オイルパーム空果房と茎葉の細粒域は、菌周り、原基形成、収穫まで全般的に遅らせる傾向がある一方で、中粒域および粗粒域に比して生物的効率は高くなった。一方チガヤの粗粒域は、オイルパーム空果房と樹幹の細粒域と同様の傾向があった。細粒域において高い生物的効率が得られるのは、高い粒子密度と低い孔隙率に起因すると考えられた。粒子密度と孔隙率は生物的効率と有意な関係が有る一方で、初期含水率、水分保持率と生物的効率の間には有意な関係は認められなかった。培地基材の粒度組成を適宜調整することにより、ヒラタケの生産性が向上することが明らかとなった。

インドネシア・カリマンタンに産するこれらの未利用リグノセルロース材料は、化学、物理特性に留意して培地調製することにより、補助的栄養源を添加することなくヒラタケ栽培に有効に利用できることが示された。

よって、審査員一同は、Rizki Maharani が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。