

Ⅲ. 1. 2 原木横断面内における材質分布の非破壊評価手法の開発

平成 24～25 年度 経常研究

生産技術 G, マテリアル G (協力 鳥取大学, 道総研林業試験場, 北海道庁森林活用課, 佐呂間町)

はじめに

林木の成長過程の違いによる横断面内の材質変動が把握できれば、樹齢や施業履歴等に基づく材質予測が可能となる。カラマツのような樹齢に伴う材質の変動が大きい樹種において、建築用材に適した材を安定的に得るためには、このような材質予測が重要である。林産試験場では、これまで近赤外分光法による材質評価に取り組んできており、木材表面に照射した近赤外光の吸収量変化から、ヤング係数、密度等の高精度な推定を可能としている。この近赤外分光法を原木の木口面に適用することで、ヤング係数、密度等の原木横断面内における分布を、簡便、迅速かつ高精度に計測する手法について検討した。

研究の内容

平成 24 年度は、72 本の試料木を用いて、原木の横断面内の部位ごとに細分した試験片を作製し、従来法による各種形質の測定と、近赤外分光法によるスペクトル測定を行った。それらの回帰分析の結果、密度、曲げヤング係数、曲げ強さの高精度な推定が可能であった。

25 年度は、佐呂間町カラマツ人工林間伐試験地の間伐率が異なる 3 林分から各 20 本採取した試料木を用いて、繊維傾斜度計測用の円板と、樹心から 2cm 区切りで外周部まで連続した断面 2cm 角、長さ 32cm の小試験片とを作製し、繊維傾斜度、密度、曲げ強さ、曲げヤング係数を測定した。次に、曲げ試験終了後の試験片から長さ 2cm のブロックを切り出し、

木口面と柢目面の近赤外スペクトルを計測した。

小試験片 458 体について、得られた繊維傾斜度、密度、曲げヤング係数、曲げ強さの各実測値と近赤外スペクトルとを回帰分析し、各形質を推定するための検量線を作成した結果、繊維傾斜度以外の形質においては高い推定精度が得られた(第 1 表, 第 1 図, 第 2 図)。また、木口面と柢目面とを比較した結果、すべての形質において、木口面での測定の方が精度が高かった。

繊維傾斜度と近赤外スペクトルとの相関関係は決定係数 0.37 程度となったが、これがしきい値を設定し原木の用途を 2 分するようなおおまかな選別に適用できるかどうかさらに検証が必要と考えられた。

また、間伐率の違いが材質に及ぼす影響について検討した結果、間伐の実施により材質的に優良な部位の材積が増加し、それによって原木全体のヤング係数が向上していることが明らかとなった。

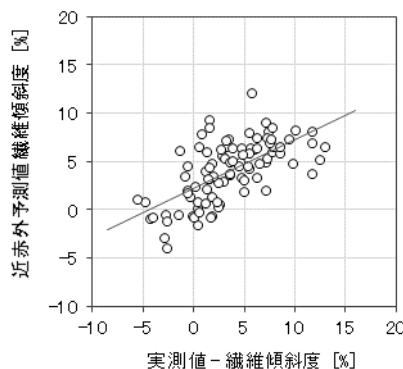
まとめ

近赤外分光法の適用により、林木材質の横断面内分布の簡便・迅速な計測が可能となり、成長過程や施業履歴と材質変動との関係を明らかにするためのデータ解析の加速化が期待される。また、間伐による林木材質の向上については、間伐を推奨する裏付けデータとして林業技術普及指導分野で活用される。

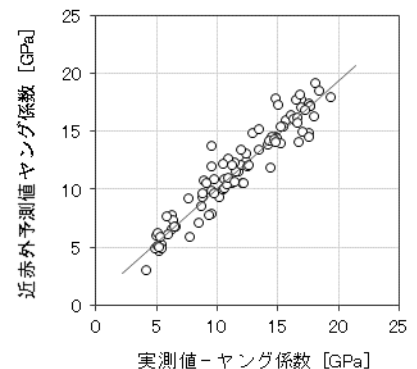
近赤外分光法による繊維傾斜度の予測結果については、今後、実大製材のねじれ発生とどの程度関連しているか等の検証を行っていく。

第 1 表 各形質と近赤外スペクトルとの回帰分析の決定係数

形質	木口面	柢目面
繊維傾斜度	0.376	0.312
密度	0.910	0.791
ヤング係数	0.926	0.772
曲げ強さ	0.857	0.719



第 1 図 実測値と予測値の関係 (繊維傾斜度)



第 2 図 実測値と予測値の関係 (ヤング係数)

Ⅲ. 1. 3 道内モデル地域における木質バイオマス発電導入による 環境的・経済的影響の評価

平成 25～26 年度 経常研究

マテリアル G, バイオマス G, 技術部長 (協力 道総研林業試験場, 森林総合研究所北海道支所)

はじめに

再生可能エネルギーの電力固定価格買取制度 (FIT) において、木質バイオマスの原料買取価格は高めに設定されており、発電事業が本格化した場合に既存マテリアル利用事業との原料競合や森林資源の持続性に懸念が持たれる。一方、バイオマス発電の温暖化抑制効果や地域経済波及効果は明らかにされていない。木材をエネルギー利用とマテリアル利用でどのようにバランスを取るかについて、北海道としての判断材料が求められており、これらに係る調査研究を実施した。

研究の内容

平成 25 年度は、道内木質バイオマスのポテンシャルの検討、木質バイオマス発電の発電コストの試算、林地未利用木材を用いた発電の温室効果ガス (GHG) 排出量および経済波及効果の算出を行った。以下に調査・分析結果の一例を示す。

(1) 道内木質バイオマスのポテンシャルの検討

統計データの整理および道有林、国有林に対してヒアリングを行い、道内木質バイオマスの資源ポテンシャルについて検討した結果、現在の発電事業計画における原料集荷範囲は非常に広範となることが予想された。このことから、本研究における評価範囲に、広域市町村圏などの限定的なエリアを設定するのは妥当ではないことが分かった。

第 1 表 年間原料消費量の規模別
発電コスト試算の一例

単位	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3
年間必要木材量	5.0	10.0	20.0
万 m ³			
万 Dry-t	1.8	3.5	7.0
万 Wet-t (D.B.100%)	3.5	7.0	14.0
万 Wet-t (D.B.50%)	2.6	5.3	10.5
ボイラー換算蒸気量	17	34	68
t/h			
発電出力	2300	5800	13600
kW			
発電効率 (送電端)	16.5	19.3	21.1
%			
発電電力量	14573	36749	86170
MWh/年			
建設工事費	11.6	22.2	40.3
億円			
従業員数	13	16	20
人			
灰発生量	525	1050	2100
t/年			
平均発電コスト	37.2	27.8	22.4
円/kWh			
IRR	算出不能	4	32
%			

(2) 木質バイオマス発電の発電コストの試算

年間原料消費量の発電規模別 (5 万 m³, 10 万 m³, 15 万 m³) に、木質バイオマス発電所の 20 年間の発電コストおよび IRR (内部収益率のことで、数値が高いほど投資の回収が早い) を推計した (第 1 表)。

(3) 林地未利用木材を用いた発電の GHG 排出量

研究項目 (2) と同様、発電規模別に林地未利用木材を用いた木質バイオマス発電の温室効果ガス GHG 排出量を算出した。木質バイオマス発電による電力の GHG 排出量は商用電力よりも大幅に低かった。

(4) 林地未利用木材を用いた発電の経済波及効果

詳細な事業計画データが得られた 1 万 kW 級発電所における 20 年間の地域経済波及効果を、1) 建設工事・設備導入、2) 稼働 (20 年間)、3) 視察による観光消費 (5 年間)、4) 解体・廃棄の段階別に推計した (第 2 表)

まとめ

道内木質バイオマスのポテンシャルを概観するとともに木質バイオマス発電のコスト、地域経済波及効果ならびに GHG 排出量を算出した。今後は、各試験項目において推計精度の向上を図るとともに、発電だけでなく抽気蒸気等の熱利用を加味した場合のコストや GHG 排出量の削減効果等の推計にも取り組む予定である。

第 2 表 1 万 kW 級発電所の地域経済波及効果

支払額	支払額・売上高	建設工事・ 設備導入	稼働	視察	解体・廃棄	合計
						495.7
生産誘発額	億円	26.5	450.6	1.3	2.0	480.4
粗付加価値誘 発額	億円	12.2	135.2	0.7	0.9	149.0
雇用者誘発数	人	236	500	11	19	767
生産誘発額	億円	8.7	366.4	0.5	0.7	376.2
粗付加価値誘 発額	億円	4.7	164.3	0.3	0.2	169.4
雇用者誘発数	人	61	2908	4	5	2978
生産誘発額	億円	5.4	51.4	0.2	0.4	57.6
粗付加価値誘 発額	億円	3.6	34.1	0.2	0.3	38.2
雇用者誘発数	人	35	329	2	3	369
生産誘発額	億円	40.6	868.4	2.0	3.1	914.2
粗付加価値誘 発額	億円	20.5	333.6	1.1	1.4	356.7
雇用者誘発数	人	333	3738	16	27	4114

Ⅲ. 3. 1 パルププロジェクトを原料とする バイオエタノール製造に向けた基礎的検討

平成 23～25 年度 経常研究

バイオマス G, マテリアル G, 微生物 G, 製品開発 G (協力 日本製紙株式会社北海道工場)

はじめに

森林バイオマスを原料としたバイオエタノール製造には、地球温暖化対策の一環としてばかりでなく、森林資源を活用した地域経済の活性化といった観点からも期待が寄せられている。しかしながら、その製造には様々な課題が存在しており、主に経済性の点から実現していない。

一方、道内の紙パルプ工場から発生するパルププロジェクト (注 1) は製紙原料とされないが、原料の集荷が容易である点、および粉碎や部分的な成分分離がすでになされている点でバイオエタノールの原料として有望と考えられる。そこで本研究では、これを用いたバイオエタノール製造プロセスの構築を目的とした。

注 1: 繊維の集合体である植物組織から単繊維 (パルプ) を得る蒸解工程において単繊維にならなかった植物組織

研究の内容

平成 23 年度はパルププロジェクトの性状を把握するとともに、バイオエタノール原料としての適性を評価し、酵素糖化によってパルププロジェクトから得られた糖液には著しい発酵阻害は認められないことを明らかにした。また、24 年度は、糖化性の向上に向けた検討を行い、粒度を 2mm 以下にまで解繊することで、糖化性を向上できることを明らかにした。

25 年度は、パルププロジェクトを原料とするバイオ

エタノール製造プロセスの開発を目的に、3L の発酵槽を用い、解繊-糖化-発酵の一連の製造プロセスを検討した。その結果、基質濃度は発酵には影響を及ぼさないものの、糖化率には大きく影響することを明らかにした。また、水洗することでその影響を軽減できたことから、パルププロジェクトに残存する蒸解薬液が糖化率に影響を及ぼすものと推察された。

そこで、これを踏まえた製造プロセスにより、10t/日のパルププロジェクトを生じる紙パルプ工場において、年間 656kL のバイオエタノールを生産する前提で製造コストを試算した。その結果、原料代を 0 円としても、酵素費が比較的高額なためバイオエタノール 1L 当たりの製造コストは 723 円/L-EtOH となった (第 1 表)。

まとめ

道内の紙パルプ工場から発生する、製紙原料とされないパルププロジェクトを用いたバイオエタノール製造プロセスを構築した。

酵素糖化によりパルププロジェクトから得られた糖液には著しい発酵阻害は認められなかったが、残存する蒸解薬液が酵素糖化に何らかの影響を及ぼしていること、および解繊後の水洗で影響を軽減できることを確認した。これらを踏まえた製造プロセスを検討しコストを試算したところ、酵素費の削減が課題として残った。

第 1 表 パルププロジェクトを原料とするバイオエタノールの製造コスト

	製造原価		各種原単位		単価		引用・備考	
	(万円/年)		数値	単位	数値	単位		
変動費	原材料費		0	4.9	kg-dry/L	0.0	円/kg-dry	パルププロジェクト
	エネルギー費	電力	838	2.1	kWh/L	6.0	円/kWh	北海道電力 (株) 産業用電力単価の 1/2 を想定
		蒸気	1,828	12.1	MJ/L	2.3	円/MJ	A 重油単価の 1/2 を想定
	酵素費		29,538	97,531	FPU/L	0.0046	円/FPU	工場用酵素単価 (300 円・65000FPU/kg)
固定費	労務費		6,400	16	人/年	400	万円/人	設定値
	減価償却費		5,882	5,882	万円/年	-	-	償却期間 15 年・残存簿価 10%・定額法
	修繕費		2,941	2,941	万円/年	-	-	建設費の 3%
合計		47,426						
建設費 (億円)		9.8						
生産量 (kL-EtOH/年)		656						
製造単価 (円/L-EtOH)		723						

Ⅲ. 3.2 樹皮を原料とするバイオリファイナリーの構築に向けた基礎的検討

平成 23～25 年度 経常研究
バイオマス G

はじめに

地場産業の活性化や新産業創出の資源として、道内で豊富な森林バイオマスが注目されている。その中でも樹皮には化学製品の原料となる有用成分（糖類、リグニン、フェノール類など）が含まれており、バイオリファイナリーの原料として期待される。

本研究では、樹皮を活用したバイオリファイナリーの構築に向け、樹皮から化学製品を製造するための要素技術の蓄積を目的として基礎的検討を行った。

研究の内容

平成 23 年度は、カラマツ丸太（年輪数約 35）およびトドマツ丸太（年輪数約 25）から得た樹皮について、有用成分の含有量を明らかにした。

24 年度は、有用成分の分離抽出技術について検討した。カラマツの樹皮については、フェノール類、少糖類、樹皮フェノール酸、六炭糖の逐次分離抽出手法を検討し、効率的な条件や収率を明らかにした。このうちフェノール類と少糖類の分離抽出に関しては、新規性の高い手法を見出せたことから、特許出願を準備中である。トドマツの樹皮については、粗樹脂、粗ペクチン、樹皮フェノール酸、六炭糖の逐次分離抽出手法を検討し、効率的な条件や収率を明らかにした。

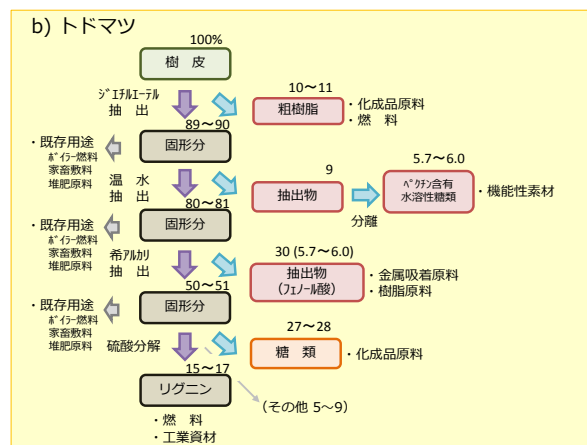
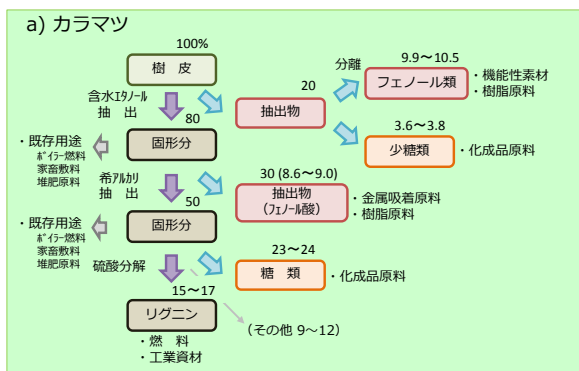
また 24 年度は、分離抽出した糖類の分析と、糖類から化学変換する素材の選定も行った。カラマツ樹皮を含水エタノールにより抽出することで得られる少糖類の液については、主にグルコース、フルク

トースを含むことから、いずれの糖からも変換可能な 5-ヒドロキシメチルフurfural (5-HMF) を変換素材とした。またカラマツおよびトドマツ樹皮の多糖類の分解液については、グルコースなどの六炭糖を主に含むことから、六炭糖より変換可能であり発酵効率の検討が行いやすい酵母によるエタノール発酵を選定した。

25 年度は、糖類から 5-HMF およびエタノールへの効率的な変換を目指し、ラボレベルでの技術的検討を行った。5-HMF への変換については、糖試薬を調合して作製した模擬糖液において変換効率が 54%であった。これに対して実糖液では若干効率が低下したものの変換効率 49%を達成した。酵母によるエタノールへの変換については、カラマツ樹皮、トドマツ樹皮のいずれの糖液も 90%を超える効率で変換可能であった。

まとめ

本研究では、樹皮有用成分の分離抽出や化学製品素材への変換に関する要素技術を蓄積した。その結果を踏まえて第 1 図に示す樹皮成分利用のモデルを作成した。樹皮を原料とするバイオリファイナリーを展開するためには、モデルに基づいて得られる各成分の具体的な用途を開発していく必要があることから、今後は大学や研究機関、企業等に提案を行って連携を図る。



第 1 図 樹皮成分利用のモデル (左：カラマツ, 右：トドマツ)

* 数字は各成分の収量 (%) を示す

Ⅲ. 3. 3 木質系バイオマス燃料のグレードアップに関する研究

平成 24～25 年度 経常研究

バイオマス G, マテリアル G, 生産技術 G, 製品開発 G (協力 道総研工業試験場)

はじめに

北海道の木質バイオマスエネルギーの利用は増加傾向にある。今後、含水率が高い林地残材を使用しなければならないことを考慮すると、需要拡大のためには、水分を低減するなど、品質向上を図る必要がある。

そこで、太陽熱利用等による水分の低減、低温炭化処理による発熱量や粉碎性向上・撥水性の付与などの技術開発を行った。

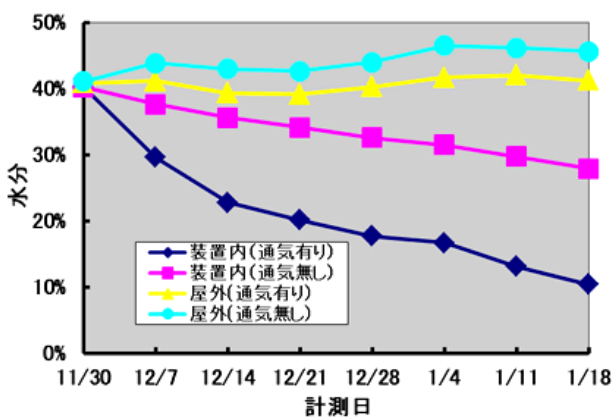
研究の内容

平成 25 年度は、前年度に引き続き太陽熱利用による水分低減技術や低温炭化処理による性能向上技術に関する研究を進めるとともに、コスト試算や二酸化炭素削減効果等を検討し、供給モデルを提案した。

(1) 太陽熱利用等による水分低減技術の確立

前年度と同様に燃料チップをプラスチック製メッシュコンテナに入れ、太陽熱木材乾燥装置内（通気有り・無し）および隣接する屋外に設置し、冬季における水分の変化を測定した（第 1 図）。

屋外では水分の低下が見られなかったが、装置内（通気有り）については試験開始時に 40%以上あった燃料用チップの水分（湿潤ベース）が、4 週間で 20%以下まで低下した。プラスチック袋で包んだ装置内（通気無し）についても 8 週間で 30%以下になった。しかし、いずれも夏季より効率は劣った。



第 1 図 燃料用チップの水分変化 (冬季)

(2) 低温炭化処理による品質向上技術の検討

カラマツ抜根粉碎物を低温炭化処理し、低コスト高収率な処理条件を明らかにした。石炭と同等の粉碎性があり、撥水性も向上し、火力発電所における石炭との混焼等における需要拡大が期待できる。

(3) 高品質な木質系バイオマス燃料供給モデルの提案

札幌圏未利用木質バイオマス利用促進協議会に参画し、ソーラー乾燥システムによるバイオマス燃料の供給モデルの提案を行った。第 1 表に札幌圏のソーラー乾燥システム（事例 A）及び上川管内で稼働している雪氷乾燥システム（事例 B）のコスト及び二酸化炭素削減効果を示す。

両事例とも単位熱量当たりの価格は灯油や A 重油より安価に抑えることが可能であり、品質安定化による小型ボイラー等での需要拡大が期待できる。

低温炭化物については石炭との競合になるため価格的な優位性はないと考えるが、需要が増大している石炭火力発電所の二酸化炭素排出抑止策としての活用が期待できる。

まとめ

太陽熱乾燥技術については、得られた知見を普及誌等で公表し、チップ燃料の品質を向上させることにより需要拡大を図る。また、低温炭化処理についてはより安価な農作物残さ等を原料とすることを検討し、火力発電所における石炭との混焼等における活用を目指す。

第 1 表 太陽熱乾燥のコスト及び CO₂削減効果

	事例A(計画)	事例B(実績)
乾燥能力(t/年)	5,000	230
目標水分(%)	35	35
施設整備費(千円)	230,000	40,000
販売単価(円/kg)	16.3	20.0
A重油削減量(kL/年)	247.8	11.4
CO ₂ 削減量(t/年)	671.4	30.9

Ⅲ.3.4 農業用廃プラスチックの再利用に関する研究

平成 24～26 年度 その他

バイオマス G, マテリアル G, 道総研工業試験場 (主管), (株) 武田鉄工所 (協力 芽室町, JA めむろ, 財団法人十勝圏振興機構, (株) 北海道エコシス, 北海道大学)

はじめに

十勝管内芽室町では、小豆が全道第 2 位、長いもは全道第 3 位と多くの収穫量があり。それにともない大量の農作物残さが発生する。農作物残さは木質バイオマスに比べて灰分が多く、発熱量も低いため燃料としての性能は劣る。一方、長いもの農作物残さに混入しているプラスチック (ポリエチレン) 製の育成ネットは、発熱量が高いため、農作物残さと混合することにより発熱量の向上が期待できる。

そこで、これらを原料としたペレット燃料を試作し、性能を評価するとともに、既存ペレット工場での生産試験を行った。

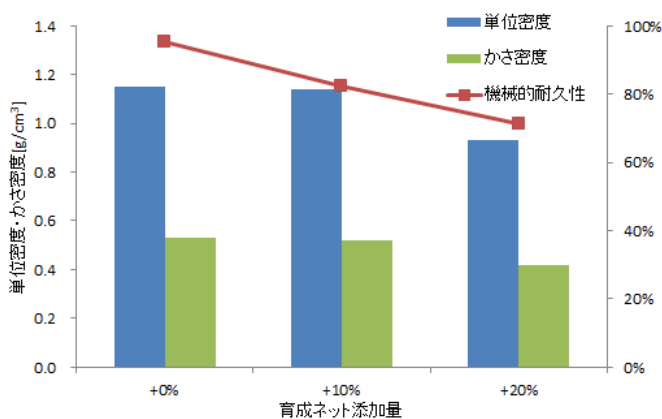
研究の内容

平成 25 年度は芽室町内のペレット製造施設での生産を目標として、育成ネット混合割合の検討、各種バイオマスに育成ネットを混合したものを原料としたペレット燃料の性能評価を行った。

(1) 育成ネット混合割合の検討

育成ネットを農作物残さ (長いも) に割合を変えて添加してペレット燃料を製造し、各種物性を評価した (第 1 図)。育成ネットの混合割合が多くなるに従い、単位密度、かさ密度、及び機械的耐久性 (育成ネットに対する強度) が低下することから、混合割合は 10% 以下が適切であると考えられた。

(2) 各種試作ペレット燃料の諸性質



第 1 図 育成ネットの混合割合を変えたペレット燃料の物性

第 2 図に冬期間耕作地に放置した長いも農作物残さ (春掘りネット), 育成ネットのみ (ネットのみ), トドマツに育成ネットを混合したもの (トドマツ+ネット), 及び農作物残さ (小豆) に育成ネットを混合したもの (小豆+ネット) を原料としたペレット燃料の諸性質を示す。小豆+ネットの収率, 機械的耐久性が高いことから、これを既存ペレット工場での生産試験の原料とすることとした。

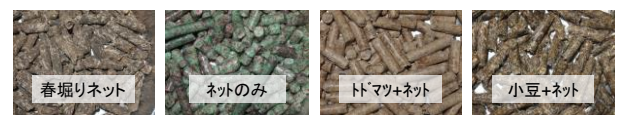
(3) 既存ペレット工場での生産試験

芽室町で排出された農作物残さを原料として一般社団法人めむろシニアワークセンターのペレット製造施設にて生産試験を実施した。農作物残さ (小豆) は水分が高かった (約 30%) ためビニールハウスで 5 日間乾燥後、水分を 20% に調整し、育成ネットを 5% 加え、既存ペレット製造装置を用いて、10 日間で 2t のペレット燃料を製造した。

まとめ

農作物残さに廃プラスチック (育成ネット) を混合したペレット燃料の製造条件を検討し、諸性質を明らかにするとともに、既存ペレット工場での生産試験を行った。

26 年度は引き続き既存ペレット工場での生産試験を行い、燃焼試験を実施するとともに、長いも育成ネットのサーマルリサイクルモデルの経済性と導入条件の解明のための基礎データを収集する。



	春掘りネット	ネットのみ	トドマツ+ネット	小豆+ネット
生産性[kg/h]	16.7	1.5 ¹⁾	19.3 ³⁾	16.5
収率[%]	92.8	90.1	93.6	98.7
単位密度[g/cm³]	1.15	0.79	1.18	1.15
かさ密度[kg/L]	0.56	0.40	0.63	0.64
機械的耐久性[%]	92.8	88.5	95.7	98.2
発熱量[MJ/kg]	16.87	46.34	19.44	18.40
灰分[%]	18.9 ²⁾	0.2	0.4	6.6

1) “ネットのみ” についてはダイスを 120°C に加熱
 2) 秋掘りネットの灰分 (約 10%) より高くなる傾向があった
 3) 太字については各項の最良値

第 2 図 各種試作ペレットの諸性質

Ⅲ. 4. 1 菌根性きのこ感染苗作出技術の開発

平成 21～27 年度 経常研究

微生物 G, バイオマス G, 耐久・構造 G

(協力 道総研林業試験場, オホーツク総合振興局西部森林室, 信州大学, 北海道大学)

はじめに

いまだに人工栽培が困難な菌根性きのこであるマツタケは、北海道ではハイマツやトドマツ等の天然林で発生する。マツタケは発生林を整備（林床の地掻き処理等）することで増産できることが明らかになっているが、天然林は管理が困難なことから北海道では林地栽培を行うまでには至っていない。

本研究では、北海道でのマツタケ林地栽培を目指して、マツタケ感染苗の作出技術を開発し、管理が可能なトドマツ人工林等への移植技術を検討する。

研究の内容

(1) マツタケシロからの感染苗作出技術

マツタケシロ（活性菌根帯）からの感染苗作出技術を検討するため、平成 23 年春および 24 年春にトドマツ苗をシロ周縁部に植栽し経過を観察した。

23 年春に植栽したポット付トドマツ苗(第 1 図左)について同年秋に観察したところ、シロの成長が遅くまだ苗まで達していなかった。そこで、24 年春に別のシロへ直接苗を植栽し(第 1 図右), 同年秋に経過を観察した結果、シロ上に直植えした苗でマツタケの感染(菌根形成)を確認した。

23 年春および 24 年春にシロ周縁部に植栽した残りのトドマツ苗について、25 年秋、掘り起こし根圏の状況を観察した。現場における目視観察および実体顕微鏡による再確認の結果、16 個体中 4 個体で感染が確認された。植栽 2 年半経過したポット付苗にはシロ様構造が形成されており、24 年秋に移植した直植えの感染苗に比べ、ポット付苗では非破壊的

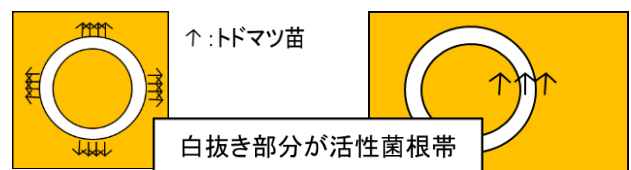
な移植作業が容易であった。またシロ周縁部に植栽後 2 年経過から枯死する個体が増えたが、白色菌糸がその根圏を被覆していたことからマツタケ感染による影響が推測された。

(2) マツタケ感染苗移植技術の検討

23 年春～25 年秋、マツタケ発生地（シロ周縁部）の土壌環境（土中温度、水分、pH、細菌数）を調査し基礎情報を得た(第 2 図左)。感染苗移植地の環境改善を目的として、23 年秋と 24 年春にそれぞれ地掻き処理した試験地(23 処理区および 24 処理区)の土壌細菌数(第 2 図右)や pH は、マツタケ発生地に比べ若干高いまま推移していた。一般的に環境改善処理の効果が現れるのには時間を要するが、処理強度が十分であるかなどについては検討が必要である。

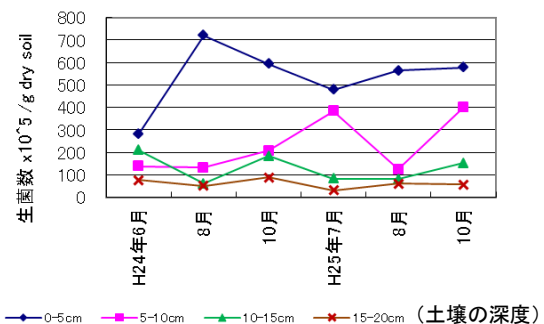
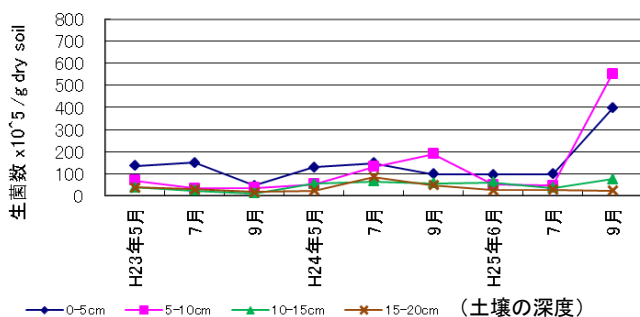
まとめ

マツタケシロからの感染苗作出では、感染後の移植を考慮してポット付きでシロ周縁部に植栽することが妥当と考えられた。次年度からは、シロ周縁部に植栽したポット付き植栽苗の経過を観察するとともに、移植したトドマツ感染苗の生育状況を観察し、定期的に掘り起こして菌根等の状況を観察する。



第 1 図 マツタケシロとトドマツ苗植栽の模式図(平面図)

左：23 年春(ポット付)、右：24 年春(直植え)



第 2 図 マツタケシロ周縁部土壌(左)と感染苗移植地(右; 23 年植栽区)の土壌細菌数の推移

Ⅲ. 4.2 道産ニュータイプキノコの素材利用に向けた研究

平成 23～25 年度 経常研究
微生物 G (協力 道総研食品加工研究センター)

はじめに

道外で人工栽培技術が確立した食用キノコ類のうち、ヤマブシタケは“ニュータイプキノコ”に位置付けられ、機能性が明らかにされるとともに、多くの健康食品が開発された。道内においてもキノコ栽培への新規参入希望の異業種等から、食品機能性を有した“ニュータイプキノコ”が期待されている。

本研究では特徴的な機能性を有しているものの市場に出ることの少ないキノコに着目し、これらの品種開発や栽培技術の開発を目的とした。

研究の内容

平成 23 年度は、ユキノシタ、コムラサキシメジ、ムキタケ、ヌメリスギタケモドキ等の菌株の 1 次選抜を行い、収量性等が優れた菌株を選抜した。24 年度はユキノシタ、コムラサキシメジ、ムキタケの優良菌株を選抜するとともに、エルゴチオネイン (抗酸化成分) 含量等の機能性の一部を明らかにした。

25 年度の結果は下記のとおりである。

(1) 優良菌株の基盤的栽培条件の確立

ユキノシタは生産施設における実用化試験を行い、適した 2 菌株を選抜した。さらに 2 菌株を豆皮・綿実殻系等の培地において評価し、収量と生産効率が

標準培地と同等かそれ等以上であることを確認した (第 1 図)。次にこれら 2 菌株について、品種登録に必要な分類特性調査を行い、区別性を確認した。

また、ムキタケ実用株を用い、食感が優位となる子実体の大型化に有効な培地組成を検討した。栄養材の米ぬかの 20%を豆皮に置換した結果、増収効果に加え、子実体の大型化を確認した (第 2 図)。

コムラサキシメジについては選抜菌株を用い、これまでのコンテナ栽培法を改良し、省力化が可能な袋栽培の基盤条件を見出した。

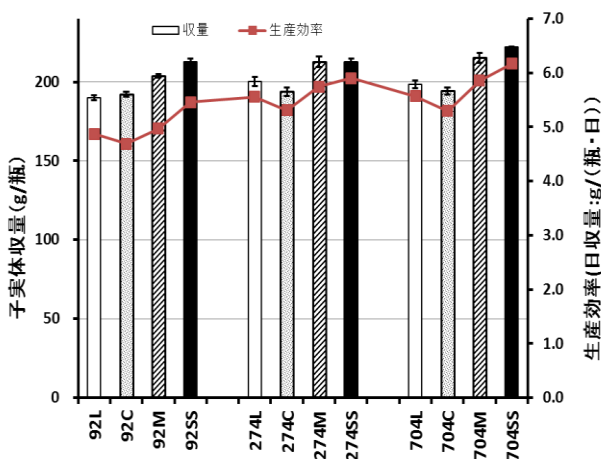
(2) 選抜菌株の食味および機能性評価

10 菌種を対象として食味および機能性マップを整備した。食味指標はアミノ酸および核酸含量を評価した。タモギタケ、ヒラタケ、ホンシメジは、旨味成分の多いグループに分類された。次に、機能性指標の抗酸化力の評価として DPPH ラジカル消去活性、SOD 様活性、エルゴチオネイン含量を測定し、美容関連評価としてエラスターゼ阻害活性およびチロシナーゼ阻害活性を評価した。これらについて、主成分分析を行った結果、特にタモギタケ、トキイロヒラタケは抗酸化および美容関連指標のいずれも優れた結果を示した。

また、ラット白色細胞へのキノコ抽出液の添加実験により、ユキノシタ抽出液の脂肪蓄積抑制効果が示唆された。

まとめ

本研究により、短期栽培可能なユキノシタ優良品種を選抜するとともに、ムキタケ、コムラサキシメジ、ヌメリスギタケモドキについては基盤的栽培技術を確立した。また、10 種類の食味・機能性の特徴を整理した。今後、得られた成果の普及を図っていく予定である。



第 1 図 ユキノシタ選抜株の栽培試験結果
(菌株: 実用株 (92), 選抜株 (274, 704)
培地: 標準培地 (L), コーン系培地 (C, M)
豆皮・綿実殻系培地 (SS))



第 2 図 ムキタケ基本条件 (左) と大型子実体 (右)

Ⅲ. 4. 4 地域資源の活用にも有効な新ブナシメジの開発

平成 24～25 年度 一般共同研究
微生物 G, (株) ソーゴ

はじめに

ブナシメジは、エノキタケやシイタケと並び消費の盛んなきのこである。林産試験場では、地域資源であるカラマツおが粉の活用にも有効な品種「マーブレ 219」（品種登録第 20595 号）を開発してきた。

(株) ソーゴでは、「マーブレ 219」を導入して生産するとともに、平成 23 年度の共同研究により、栽培および品質特性に優れた菌株（育種素材）を見出した。本研究ではこの結果をもとに、既存品種と差別化できる品種開発をすることとし、トドマツによる栽培適性向上、きのこのボリューム感、嗜好性等の向上を開発目標とした。

研究の内容

前年度までに、「マーブレ 219」を含む有望な育種素材 3 菌株をベースとして、新しい菌株を作出し、道産針葉樹おが粉を培地とした栽培試験を開始した。ラボスケールでの栽培特性評価の結果、トドマツを用いてもカラマツと同程度以上の収量が得られる菌株を多く見出すことができた。また、実生産施設での栽培特性評価の結果、収量および収穫時期の均一性が高い菌株を確認することができた。

25 年度はラボスケールおよび実生産施設での栽培特性評価を継続して行うとともに、開発目標の視点を重視して、品質評価を行った。

(1) ラボスケールでの菌株の選抜

トドマツおが粉を基材とした培地で、ラボスケールの栽培試験および得られた子実体の品質評価を繰り返して、実生産施設の栽培試験に供する菌株を選抜

した。

(2) 実生産施設での選抜菌株の特性評価

ラボスケールで選抜した複数の菌株について、栽培試験を行った結果、マーブレ 219 と同程度以上の子実体収量が得られることに加えて、生育日数が 1 日短くなる菌株を選抜した。生育日数が短くなることにより、生育室の回転数が高まり、収穫のタイミングを合せやすくなることから、生産性向上および生産の効率化が可能と考える。また、傘の大きさが均一にそろい、株が充実している特徴を持っており

(第 1 図)、栽培および品質特性から本菌株が有望であることを明らかにした

(3) 子実体の品質特性

実生産施設での活用にも有望な菌株で、味に関連するグルタミン酸やアラニン等の遊離アミノ酸含量は、既存品種と同程度であったが、疲労回復効果や美肌効果が期待されるオルニチンの含量が高いことを見出した。

まとめ

ブナシメジの生産現場で要求される開発目標に対応した品種を選抜し、栽培特性および品質特性に優れた菌株が得られた。今後、実生産施設で試験栽培を繰り返して、再現性や安定性を評価した上で、実生産への活用を見極めることが必要となる。実生産施設での評価により、実用性が確認された場合には、新品種の権利保護に向けて品種登録出願の準備を進める予定である。



第 1 図 選抜菌株の発生子実体（左：ラボスケール 中：実生産施設 右：包装したブナシメジ製品）

Ⅲ. 4. 5 早生樹「ヤナギ」を活用したシイタケ栽培技術の検討

平成 24~25 年度 一般共同研究
微生物 G, 釧路町村会

はじめに

白糠町をはじめとする釧路町村会において、木質系のバイオマス資源作物として、早生樹であるヤナギに着目し、ヤナギの栽培、収穫からエネルギー利用まで、あるいは牛舎における敷料としてのおが粉利用について調査を進めてきた。また、ヤナギおが粉の利用をさらに進めるため、道内生産量が多く地域内でも生産している菌床シイタケ栽培での利用を検討している。そこで本研究では、地域資源であるヤナギおが粉の菌床への混合が、シイタケ栽培に及ぼす影響を明らかにすることにより、ヤナギの活用可能性を高めることを目的とした。

研究の内容

(1) ヤナギおが粉の樹種・粒度の影響評価

菌床に用いるおが粉の樹種（オノエヤナギ、エゾノキヌヤナギ）や粒度が菌床シイタケ栽培に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。オノエヤナギ、エゾノキヌヤナギとも、ナラやカンバを用いた場合に比べて明らかに高収量であった。オノエヤナギの試験区では、粗 100%区（粗め）で、エゾノキヌヤナギの試験区では、細 100%区（細め）や粗 100%区で収量が高くなった。商品性の高い M サイズ以上の収量も、同様に増加傾向を示した（第 1, 2 図）。

(2) ヤナギおが粉を基材とした培地組成の影響評価

ナラやカンバとヤナギの混合が菌床シイタケ栽培に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。カンバをナラで置換した場合、置換率を高めるにした

がい、収量は増加傾向を示した。カンバをオノエヤナギで置換した場合も同様な傾向を示し、カンバを単独で用いた場合に比べて高収量であった。

(3) ヤナギおが粉の品質評価

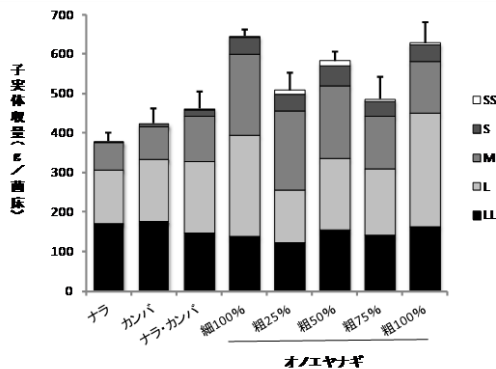
栽培試験に供したおが粉の成分等を評価した。主要成分に大きな樹種間差はなかったが、エーテル抽出物含量はヤナギ>カンバ>ナラ、温水抽出物中の総フェノール含量はナラ>ヤナギ>カンバ、窒素含量はヤナギ>ナラ>カンバであった。

(4) おが粉製造およびシイタケ生産に関する試算

シイタケ生産用のおが粉製造費用およびシイタケ生産に対する収支効果を明らかにすることを目的とした。ヤナギ 2 樹種のおが粉は、カンバやナラ類より低価格になる可能性が示された。シイタケ生産における経費および経営収支を収量 3 条件、M サイズ以上の良品の生産割合を考慮した販売単価 3 条件で試算した結果、プラス収支の範囲において条件間で 10 倍以上の違いが出る可能性が示された。

まとめ

ヤナギ 2 樹種のおが粉をシイタケの菌床栽培に利用することで、シイタケの発生収量が高まることに加えて、大粒かつ肉厚なシイタケの発生数が高まる有望な知見を見出した。得られた知見を活かしたシイタケ安定栽培技術の確立や実用性評価を主として、平成 26 年度より新規課題として、“早生樹「ヤナギ」を活用した高品質シイタケの安定生産システムの開発”を展開する。



第 1 図 オノエヤナギを用いたシイタケサイズ別収量



第 2 図 ヤナギ培地でのシイタケの発生

Ⅲ. 4. 8 マイタケの高機能性プレバイオティクス食品としての実証と低コスト栽培技術の普及

平成 25～27 年度 公募型研究

微生物 G, 帯広畜産大学, 北海道大学, 北海道情報大学, 本別町農業協同組合

はじめに

マイタケは食物繊維が豊富であり、有用腸内細菌の増殖や細菌叢のバランス改善をもたらす、プレバイオティクス食品と考えられるが、その腸内環境に与える影響や腸内環境を介して発揮される健康機能性及びその作用メカニズムには不明な点が多い。一方、「大雪華の舞 1 号」(登録番号第 17041 号)は、培地基材として針葉樹を使用可能であり、従来品種に比べて生産コストを削減できるマイタケである。

本研究は、「大雪華の舞 1 号」の健康機能性を腸内環境の観点から明らかにし、さらにヒトレベルのエビデンスを得ることにより、「大雪華の舞 1 号」のプレバイオティクス食品としての利用拡大と低コスト栽培技術の普及を図ることを目的としている。

研究の内容

平成 25 年度は「大雪華の舞 1 号」(培地基材：広葉樹, VBT および広葉樹の 30%を針葉樹に置換, VLT), 従来品種(培地基材：広葉樹, MBT) の計 3 種のマイタケを栽培し(第 1 図), 収穫した子実体について成分の違いを検討した。また、脂質代謝改善効果や腸内環境に及ぼす影響を評価した。

(1) 培地基材の子実体成分への影響

栽培した 3 種のマイタケについて食品成分分析を行った結果、「大雪華の舞 1 号」は従来品種に比べ、食物繊維が多い傾向が認められた。培地基材の樹種の違いが代謝産物に及ぼす影響を調べるため、キャピラリー電気泳動-質量分析計を用いて、マイタケに含まれるアミノ酸 23 種と有機酸 27 種を定量し、多変量解析を行った。その結果、これらの代謝産物量



VBT: 「大雪華の舞 1 号」(培地基材：広葉樹), VLT: 「大雪華の舞 1 号」(培地基材：広葉樹の 30%を針葉樹に置換), MBT: 従来品種(培地基材：広葉樹)。

第 1 図 試験に供したマイタケ品種

には品種間の違いが認められたが、VLT と VBT のプロットの間隔は重なっていることから、「大雪華の舞 1 号」については、培地基材の影響は少ないことが示唆された(第 2 図)。

(2) マイタケの脂質代謝改善効果

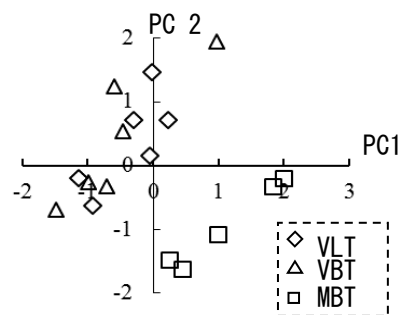
対照群の飼料に含まれるセルロースをマイタケの加熱処理後凍結乾燥粉末(以下、マイタケ粉末)で置換した飼料を作成し、4 週間ラットに経口投与した。毎週採血し、血清脂質を分析した結果、マイタケの経口摂取は血中の総コレステロールを低下させ、なかでも LDL, VLDL 及び IDL を含む非 HDL コレステロールを低下させる作用があることを確認した。また、「大雪華の舞 1 号」摂取群は遊離脂肪酸値が低下しており、これが非 HDL コレステロールの低下の一因となる可能性が考えられた。

(2) マイタケの腸内環境に及ぼす影響

セルロース(対照)及び各マイタケ粉末を添加した培地を調製し、腸内細菌としてブタの糞便を加え、微生物培養装置で嫌気条件下 48 時間培養した。細菌叢を解析した結果、マイタケ粉末区は対照区に比べ、大腸菌群の増殖が低く抑えられ、一般嫌気性菌や各種乳酸菌の増殖が促進された。

まとめ

26 年度は「大雪華の舞 1 号」の脂質代謝改善効果、免疫増強効果及び腸内環境改善効果について、詳細な解析を行う。なお、本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業により実施した。



第 2 図 アミノ酸と有機酸含有量を基にした主成分分析