

Ⅲ. 1. 1 道産広葉樹資源の育成に向けた人工林材の材質調査

平成 22~24 年度 経常研究

マテリアル G, バイオマス G (協力 道総研林業試験場, 空知総合振興局森林室)

はじめに

広葉樹材業界は、天然林資源の減少、国際原木市場の不安定さから、原料不足のリスクを常に伴っている。そのため供給源として人工林の育成が期待されている。

一方、道内では、戦前から用材目的で広葉樹の造林が行われていたが、施業方針が定まらず放置されている林分が多い。さらに利用上必要となる材質に関する情報もほとんどない。

そこで、本研究では、用材生産を目指した広葉樹人工林整備に向けた基礎資料の作成を目的とした。

研究の内容

平成 22 年度は、既存の人工林産ヤチダモ造林地より得た円板試料を用いて年輪幅を測定し、成長経過について調査した。

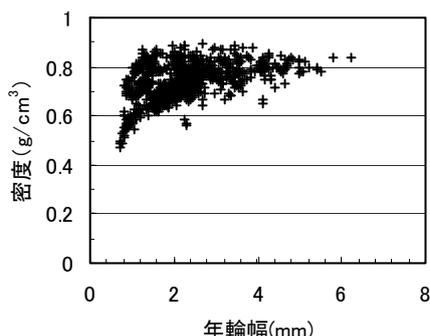
23 年度はヤチダモ人工林材の強度試験を実施した。

(1) 広葉樹材の利用状況調査

道内の広葉樹材関連企業、団体等に対して広葉樹の使用状況などについて聞き取り調査を行った。

その際に、22 年度の試験木より得た人工林ヤチダモの挽き板 (供試木 75 年生, 製材乾燥後, プレーナがけ, 板目・両耳付き・材幅 18cm) を提示し、集成材原板としては、質・幅とも十分使用可能であるとの評価を得て、人工林材が材質レベルでは要求を満たしていることがわかった。

また、業界としても道産材を利用していきたい意識はあるが、量的・質的安定が不可欠であることなどの意見が得られた。



第 1 図 年輪幅と密度の関係

(2) 広葉樹人工林材の材質調査

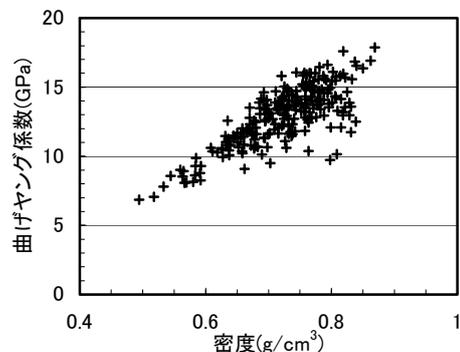
人工林産ヤチダモ (人工乾燥材) の強度試験 (曲げ, 圧縮) を JIS Z 2101 に従い行った。その結果、ヤチダモでは年輪幅が広くなると密度も大きくなる傾向があった (第 1 図)。

また、密度の増加に従い強度も増加した (第 2 図)。一般的に密度と強度は比例関係にあるので、今回の試験材は密度が大きいため、文献値より高めの強度を示したが、同程度の密度の試験体と比較しても天然林材と遜色ない強度を有すると考えられる (表 1)。

これにより、必要な強度、年輪幅の材を生産するには、植栽したヤチダモの成長をコントロールするような施業の必要性が示唆された。

まとめ

ヤチダモ人工林材は質的には天然林材と同等で業界に受け入れられる可能性を有することが明らかとなった。24 年度は、ウダイカンバ人工林材について材質試験を実施する予定である。



第 2 図 密度と曲げヤング係数の関係

第 1 表 ヤチダモ人工林材の材質試験結果

原木 No.	区分	密度 (g/cm ³)	年輪幅 (mm)	曲げヤング係 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	縦圧縮強さ (MPa)
2	中径	0.67	1.97	11.5	103.4	46.9
3	大径	0.76	2.57	13.7	124.2	53.5
4	大径	0.74	2.78	12.3	112.3	51.2
5	中径	0.76	1.93	14.2	120.5	53.6
6	小径	0.79	1.36	14.3	129.8	59.2
文献値*	下	0.43		7.4	58.8	29.4
	平均	0.55	1.4	9.3	93.2	43.1
	上	0.74		11.3	117.7	53.9

*: 「日本の木材」, 「日本産主要樹種の性質」より作成

Ⅲ. 2.1 バイオガス利用促進に向けたアンモニア揮散抑制技術の開発

平成 21～23 年度 経常研究

マテリアル G, 土木研究所寒地土木研究所, (協力 道総研北見農業試験場, 道立農業高校)

はじめに

北海道内で年間約 2,000 万 m³ 排出される家畜糞尿の適正管理, 有効利用に向け, バイオガス製造技術のより一層の普及が求められている。バイオガス普及に向けた技術的課題に, バイオガス発酵残渣として大量に発生する消化液の利用とともに, 消化液散布時と貯蔵時のアンモニア揮散抑制があり, 現場での適用を想定した揮散抑制技術の開発が急務である。

そこで本研究では, カラマツ材・トドマツ材熱処理物の利用, アンモニア揮散抑制技術開発を目的とし, 現場への適用に好適な, 吸着効果を有する木質熱処理物の利用技術および製造条件を検討した。

研究の内容

平成 22 年度は, 木質熱処理物施用による土壤改良効果, 液相におけるアンモニア吸着挙動, 消化液への浸せきに伴う水分吸収性等を把握した。

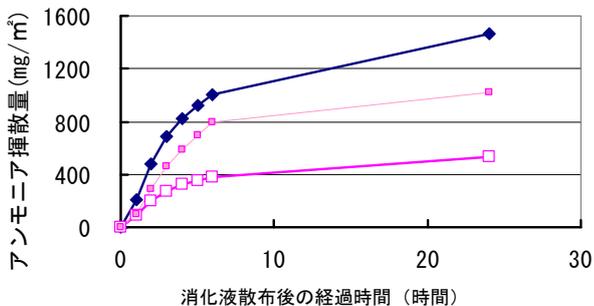
23 年度は引き続き, アンモニア揮散抑制に好適で, 実用生産機での製造により適した製造条件, 木質熱処理物の土壤への施用効果等について検討した。

(1) 農地散布時のアンモニア揮散抑制効果

農地で消化液 3t/10a を散布する場合, 木質熱処理物 2 t/10a を事前散布することで, アンモニアの揮散は消化液のみの散布に比べ 1/3 となった(第 1 図)。

(2) 実験貯留槽でのアンモニア揮散抑制効果

実験貯留槽にて, 木質熱処理物を消化液液面上に滞留させ, 揮散するアンモニア濃度を測定した。その結果, 対照区(消化液のみ)では概ね 30~200ppm のアンモニア揮散が認められたが, 木質熱処理物を



第 1 図 農地での消化液散布後のアンモニア揮散抑制効果

凡例: ◆: 対照区(消化液のみ)
□: 木質熱処理物事前散布, ■: 混合散布

用いた場合, 約 3 ヶ月の試験期間中アンモニア揮散は検出限界以下もしくは微量となった(第 2 図)。

(3) アンモニア吸着および消化液液面上での滞留

上記試験終了後の木質熱処理物のアンモニア吸着量は窒素含有量として 0.6~0.8% となった。これまでの試験結果から, より長期間使用可能と考えられた。また, 水分等吸収に伴い, カラマツ材・トドマツ材熱処理物とも自重の数倍に相当する重量増加が認められたが, 全て液面に滞留した状態を維持した。

(4) 実用生産機での木質熱処理物製造に向けた試み

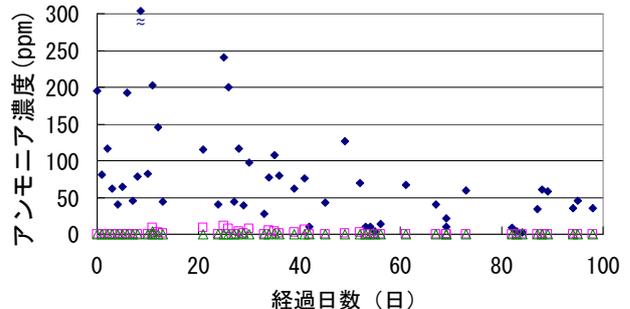
22 年度に報告した, 揮散抑制効果付与に好適な熱処理条件を基に, 実用生産を想定した処理時間短縮を検討した。その結果, 吸着能は 10~20% 程度低下するものの, 一定の性能を保持することが示された。

(5) 木質熱処理物の土壤改良効果

木質炭化物を 2t/10a 圃場表面に散布した後, 消化液を 3t/10a 表面散布した圃場では, 対照区に比べて, 腐植含量, 土壤の保肥力の指標である陽イオン交換容量が増加した。また, 団粒構造の形成の促進, 水はけの改善等に関する効果が示された。

まとめ

木質熱処理物を消化液の農地散布時や, 実験貯留槽で活用することにより, アンモニア揮散抑制効果とともに, 土壤への施用による土壤物理性, 化学性改善効果が示された。気相, 液相でのアンモニア揮散抑制に好適な木質熱処理物の製造条件とともに, 得られた成果を, 熱処理装置を有する企業, 農業・畜産分野への普及に向けた取り組みを行う。



第 2 図 実験貯留槽でのアンモニア揮散抑制効果

凡例: ◆: 対照区(消化液のみ)
□: カラマツ材熱処理物, △: トドマツ材熱処理物

Ⅲ. 2. 2 混練型 WPC の高木質化に向けた複合成形技術の検討

平成 22～23 年度 経常研究

マテリアル G, バイオマス G, 製品開発 G (協力 北海道大学, 道総研工業試験場)

はじめに

混練型 WPC (以下, WPC) は, 木材とプラスチックを混練成形した材料である。プラスチック由来の高い成形加工性と木材由来の質感を活かした材料として, 近年需要が拡大している。

WPC の木質含有率を高めることで, 木質由来の物性の反映や化石資源の節減などの効果が期待されるが, その反面, 成形性, 耐久性, 寸法安定性などの低下が大きくなることも指摘されている。

そこで本課題では, WPC の高木質化と性能向上の両立を図る成形技術について検討した。

研究の内容

平成 22 年度は, 熱圧縮による複合成形化について検討し, 原料として化学的な改質処理であるアセチル化を施した木粉を使用することで強度や耐水性に優れた高木質 WPC が得られる可能性を示した。

23 年度は, 成形方法を押出成形とし, 改質処理として新たに熱処理条件を加えた。前年度と同様, 複合成形化の検討と成形体の性能試験を行った。

(1) 押出成形による複合化の検討

原料木粉としてトドマツ木粉を用い, 無処理のほか, アセチル化や熱処理などの改質処理を施した。原料プラスチックには PP (ポリプロピレン) を使用した。その他, 木粉とプラスチックの相溶化剤として, MAPP (無水マレイン酸変性 PP) を適宜添加した。木粉と PP の配合比率は 70:30 (w/w) とした。

まず二軸押出成形機で成形用ペレットを作り, 次にこれを一軸押出成形機で連続成形した。その結果, いずれの木粉でも連続押出成形体を得られた。無処理木粉では成形時に端部や表面に割れや凹凸が発生したが, 改質処理木粉ではアセチル化, 熱処理の順で均一な仕上がりになった (第 1 図左)。

成形体の密度は 1.1~1.2g/cm³ となった。いずれも木工機械による切削加工が可能であり, プレーナー仕上げによってカリン材やシタン材など輸入銘木に似た緻密で重厚な外観と木質感を示した (第 1 図

右)。また, 高木材含有率になったことで成形体には木材特有の色調や精油香が反映された。

(2) 得られた複合成形体の材料性能試験

得られた成形体について, 前年度と同様の曲げ強度と吸水の各試験を行った。比較として, 市販 WPC 製品 (木粉:PP=55:45 w/w) も同条件で試験した。

その結果を第 2 図に示す。曲げ応力は, 無処理木粉に比べて改質処理木粉で向上が見られた。ただし市販 WPC 製品に比べると低い値となった。これは PP の量が少なくなったことが一因として考えられる。

吸水時の膨潤率は改質処理木粉で小さくなり, 高木質であっても市販 WPC 製品と同等の値となった。

まとめ

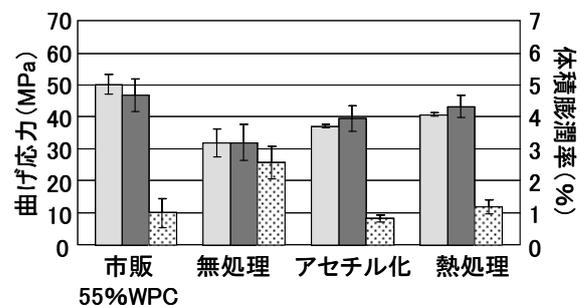
PP と改質処理木粉を原料に押出成形を検討し, 木材含有率 70% の成形体を得られた。曲げ強度と吸水試験の結果, 改質処理木粉の効果が認められた。

得られた成果は, WPC・建材メーカーなどへ情報提供し技術支援を行う。今後さらに高木質化や性能向上を進め, 新たな木質材料の開発を目指す。



表面切削前 表面切削後

第 1 図 木材含有率 70% の押出成形体 (いずれも左から, 無処理, 熱処理, アセチル化)



第 2 図 成形体の曲げ応力と吸水時の体積膨潤率

凡例: □:曲げ応力(気乾), ■:曲げ応力(24hr吸水), ▨:体積膨潤率(24hr吸水), I:標準偏差

Ⅲ. 2. 7 胆振地域における海岸流木のリサイクルに向けたシステム提案

平成 23 年度 受託研究

技術部長, 生産技術 G, マテリアル G, バイオマス G, 林業試験場 (主管) (委託者 北海道)

はじめに

胆振地域では、海岸漂着物を効果的に処理するため、平成 22 年 4 月に胆振地域海岸漂着物推進協議会を発足し、以降、継続的に回収事業を実施している。その際、特に漂着物量が多い流木については、関係機関と研究機関からなる検討会を設置し、流木の発生メカニズムの解明と、流木の回収を円滑に進めるための処理コストの低減化、発生量に応じたリサイクルフローの形成を図っている。その中では、7～10 年に一度の流木の発生規模に対して、優先的に対応策を検討することとしている。

そこで当該研究は、三つの流木の発生規模（通常時、7～10 年に一度、それ以上の大災害）を想定し、それに伴う流木の発生状態に応じた処理方策を検討して、地域の強固な連携の元に、適切なリサイクルフローを提案することとした。

(1) 関係機関への聞き取り

海水域にかかる関係機関、廃棄物処理の関係機関、行政機関等への聞き取り調査の結果から、「流木の処理コストが受け入れ価格に適應しない」「一般廃棄物としての処理に地域が経験を不足している」「流木の大きさ・規模が地域技術に適用できない」「資源としての安定性・継続性がない」等の理由から、流木の積極的な活用、処理には至っていないことがわかった。一方で、処理に流れができれば、その改善も伴って、迅速な対応が可能になるとの声が多かった。特に、小規模の流木が発生する場合は、住民等による地域活動が、効果的との認識であった。

(2) 階層分析法を用いた評価

流木の実材積 1t の処理に伴う CO₂ 排出量は 36.3～40.5kg と試算された。中でも、破碎工程の CO₂ 排出割合が大きく、全工程の 38～42%を占めていた。しかし、粉碎現場から利用場所までの輸送距離が遠くなるにつれ、CO₂ 排出量の削減効果は減少した。

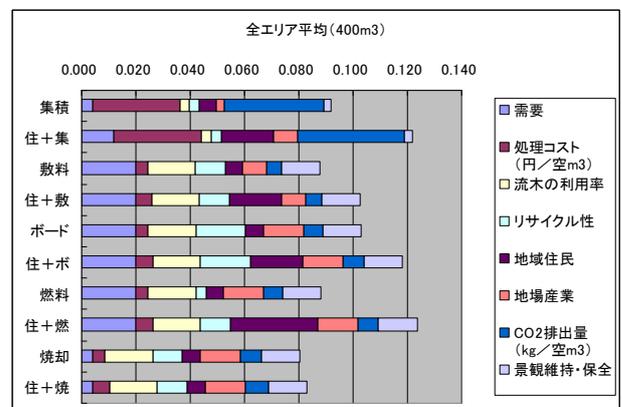
流木処理にかかるコストでは、破碎コストが高く、破碎工程を安易に取り込めない現場では、集積工程までにとどめておくと、処理コストは大幅に低

減できた。しかし、集積されたままの流木は景観を悪化させるものであり、地域への貢献や資源の有効活用の観点から、処理する必要があると考える関係者が多いこともわかった。また、3 条件の発生規模別に集積コストを試算すると、単価は通常時（発生量 90m³を想定）が高く、7～10 年に一度（発生量 400m³を想定）、それ以上の大災害（発生量 3,000m³を想定）の順に低減された。しかし、集積以外では、規模拡大による低減効果は小さかった。

上記の結果に加えて、関係者による評価項目の重み付けをアンケートで聞き取り、統合して階層分析 (AHP) を行い、結果の一例を第 1 図に示した。7～10 年に一度の規模では、回収した流木は海岸近郊の安定な地域に集積し、費用と需要を確保して、住民配布、ボードや燃料に利用することが適当と判断された。

まとめ

以上の結果から、胆振地域においても、AHP を用いた評価・選定手法は、流木処理を推進する上で有効な手法と思われた。そして、住民配布と胆振地域の特徴的な技術であるボード加工や燃料を軸に、地域の低質な木質材料と合わせて活用するリサイクルフローが適当と思われた。また、漂着物に対しては、平時から地域連携の強化が重要と、多くの関係者が認識していることが明らかであった。



第 1 図 階層分析の結果 (発生量 400m³ 想定)
(柱状グラフには左から上部項目 (右) が該当)

Ⅲ.3.2 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, 微生物, 製品開発 (協力 日本製紙 (株) 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。

本研究では、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に着目し、道内の紙パルプ工場から発生する、製紙原料とならないパルププロジェクト（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）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する。

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た。

(1) パルププロジェクトの性状

供試したパルププロジェクトは、各工場や、樹種および漂白の有無といったパルププロジェクトの種類によって異なるものの、概して灰分（温暖帯産の木材

の灰分は普通 1%以下）が多く、また酸不溶性残渣 (AIR) が少ない一方、キシランやマンナンといったヘミセルロースが比較的多い傾向にあった(第 1 表)。また粒度も、工場や、パルププロジェクトの種類によって異なるものの、そのままでは糖化が困難な粒度の大きいものが多く含まれている傾向にあった。

(2) パルププロジェクトの糖化性

供試したパルププロジェクトの糖化率は 50～70% 程度であった(第 1 表)。また、粒度の大きいパルププロジェクトは、糖化後に残渣として残る傾向が認められた。

(3) パルププロジェクトから得られた糖液の発酵特性

パルププロジェクトから得られた糖液の 72 時間後の発酵効率はいずれも 80～90% 程度で(第 1 図)、比較的良好な発酵性を示した。

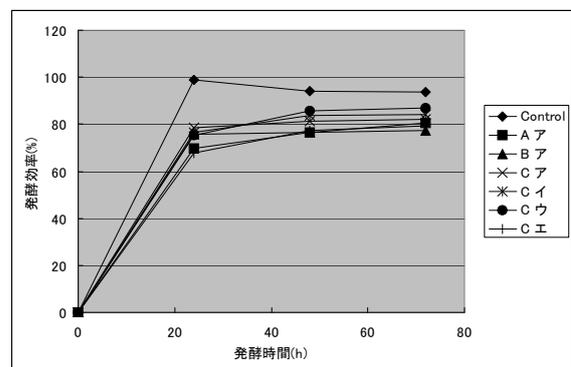
まとめ

道内の紙パルプ工場から発生するパルププロジェクトの性状および糖化性、得られた糖液の発酵特性を評価した結果、いずれもバイオエタノールの原料として利用可能と判断した。24 年度は、さらなる収率向上のために、酵素糖化後に残る大きい粒度のパルププロジェクトの低減と糖化性の向上を検討する。

第 1 表 供試したパルププロジェクトの性状と糖化性

工場	種類	灰分 (%)	AIR (%)	糖組成 (%)			糖化率 (%)
				Glc	Xyl	Man	
A	ア	6.2	7.3	58.6	15.9	10.2	61.8
B	ア	4.1	8.6	56.2	17.1	10.1	52.2
C	ア	2.7	9.1	55.2	18.6	10.9	55.6
	イ	3.9	7.3	65.1	11.2	13.4	73.5
	ウ	5.1	0.3	64.5	11.2	13.8	68.0
	エ	6.0	2.6	57.6	19.2	10.4	66.9

AIR: 酸不溶性残渣 (主にリグニンであるが、酸不溶性灰分や未分解の糖類も含まれている), Glc: グルカン, Xyl: キシラン, Man: マンナン, 糖化率: 試料全体から酵素糖化によって得られたグルコースのグルカンとしての収率



第 1 図 パルププロジェクトから得られた糖液の発酵特性

Control: グルコースのみを基質とした試験区, その他: 第 1 表参照, 発酵効率: グルコース量から求めたエタノールの理論収率に対する得られたエタノールの収率の比

Ⅲ. 3.3 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、道内に豊富な森林バイオマスが注目されている。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、樹皮を原料とする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う。

研究の内容

(1) 有用成分の含有量分析

カラマツ丸太（年輪数約 35）から得た内樹皮および外樹皮、トドマツ丸太（年輪数約 25）から得た全樹皮について、有用成分の含有量分析を行った（第 1 表）。

カラマツ内樹皮：溶媒抽出では、他樹皮よりもエタノール抽出物および水抽出物が多かった。これらの抽出物にはフェノール類やグルコースが含まれていた。特にグルコースは他樹皮よりも溶出量が多かった。セルロースおよびヘミセルロースの構成糖は、グルコースが主体であった。

カラマツ外樹皮：溶媒抽出では、エタノール抽出物が多かった。同抽出物には、フェノール類およびグルコースが含まれていたが、グルコース量はカラマツ内樹皮ほどではなかった。他樹皮と比べ、酸不溶性リグニンが 1 割ほど多かった。セルロースおよびヘミセルロースの構成糖量については、カラマツ

内樹皮と類似していた。

トドマツ全樹皮：他樹皮と比べ、エーテル抽出物が多かった。一方、エタノール抽出物および水抽出物は少なく、それらに含まれるフェノール類、グルコースも少なかった。セルロースおよびヘミセルロースの構成糖は、グルコースが主体であり、他樹皮よりグルコースが多かった。

以上のように、有用成分の含有量は樹皮ごとに特徴があり、それぞれに適する分離抽出技術の検討が必要と考えられた。

(2) 分離抽出技術の検討

カラマツ内樹皮および外樹皮：エタノール抽出（ソックスレー法、固液比 1:30）および水抽出（50℃、固液比 1:20）を逐次的に行い、抽出時間を検討したところ、それぞれ 24 時間、1 時間で十分であることが分かった。

トドマツ全樹皮：エーテル抽出（ソックスレー法、固液比 1:30）における抽出時間を検討したところ、12 時間で十分であることが分かった。

まとめ

カラマツ内樹皮および外樹皮、トドマツ全樹皮に含まれる有用成分の量を明らかにし、分離抽出技術の検討に着手した。

平成 24 年度は、引き続き分離抽出技術の検討を行うとともに、分離抽出した成分の生化学的変換に関する検討についても開始する予定である。

第 1 表 カラマツおよびトドマツ樹皮の有用成分含有量 (mg/g 樹皮)

	エーテル抽出物	エタノール抽出物			水抽出物		
		全量	うちフェノール類	うちグルコース	全量	うちフェノール類	うちグルコース
カラマツ 内樹皮	35	221	108	51	60	27	10
カラマツ 外樹皮	32	156	92	19	17	13	0
トドマツ 全樹皮	109	50	9	5	25	7	7

	セルロースおよびヘミセルロースの構成糖					酸不溶性リグニン	酸可溶性リグニン
	グルコース	キシロース	ガラクトース	アラビノース	マンノース		
カラマツ 内樹皮	273	48	13	23	33	234	36
カラマツ 外樹皮	272	53	20	27	41	348	21
トドマツ 全樹皮	345	52	19	24	43	245	40

*フェノール類はカテキン当量で示す

Ⅲ. 3. 4 バイオマスエネルギー・化成品生産に向けた ヤナギ類優良品種開発におけるクローン間での成分比較

平成 22～24 年度 受託研究

バイオマス G (委託者 森林総合研究所林木育種センター北海道育種場)

はじめに

ヤナギ類は、北海道内で栽培可能な資源作物として注目されており、試験栽培も始まっている。

ヤナギ類の品種開発は、これまで生産量を中心に検討が行われてきたが、近頃ではバイオマス利用に向けて含有成分も注目されている。

本研究では、生産性に優れたヤナギを対象に、優良クローン候補木の成分含有量を比較し、成分育種の可能性の判断材料として提示する。

研究の内容

平成 22 年度は、釧路川流域で林木育種センター北海道育種場により採取された複数のエゾノキヌヤナギ優良クローン候補木を対象とし、木部に含まれるアルコール・ベンゼン混液抽出物（以下、抽出成分とする）、リグニン、セルロースおよびヘミセルロースの量を比較した。その結果、いずれの成分においても、候補間で統計的な有意差が認められた。

23 年度は、同じく釧路川流域で採取された複数のオノエヤナギ優良クローン候補木を対象とし、22 年度と同じ項目について分析と比較を行った（第 1 図）。

絶乾木部に対する成分含有量は、抽出成分 3～5%、リグニン 23～28%、セルロース 36～43%、ヘミセルロースのキシロース由来部分 9～15%およびマンノース由来部分 2～6%であり、抽出成分

を除く項目において、含有量に有意差が認められた。また、ヘミセルロースのガラクトース由来部分は多いものでも 2%程度、アラビノース由来部分は各候補から検出されたが、定量下限（1.3%）未満であった。

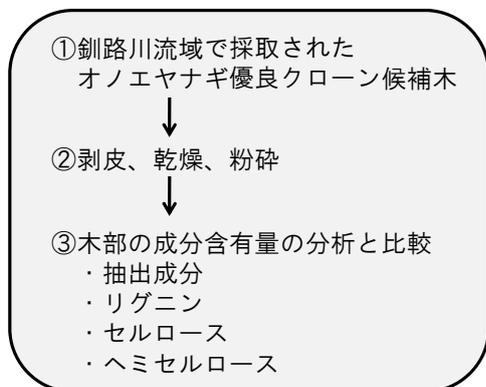
候補間での含有量の開きは、例えばセルロースでは最大 7%程度あった（第 2 図）。セルロースを分解して得られるグルコースは、様々な化成品やエネルギーの原料となることから、その収量を増やすことを目指すならば、成長がよく、かつセルロース含有量の多い候補木を選抜するという育種が考えられる。

22 年度に分析したエゾノキヌヤナギと成分含有量を比較した場合、オノエヤナギは抽出成分がやや少なめ、リグニンおよびセルロースがほぼ同等であった。また、ヘミセルロースのキシロース由来部分は同等かやや少なめ、マンノース由来部分は今回のオノエヤナギの方が含有量のバラツキが大きかった。

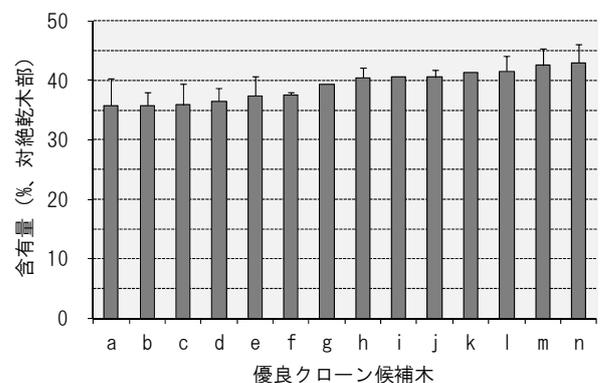
まとめ

本成果は、林木育種センター北海道育種場でのヤナギ類の優良品種開発における成分育種の判断材料として活用される。

また 24 年度は、名寄川流域で採取されたヤナギの優良クローン候補木を対象に成分含有量の分析、比較を行う予定である。



第 1 図 木部成分含有量の分析と比較の手順



第 2 図 木部のセルロース含有量（平均値と標準偏差）

Ⅲ. 3. 6 炭素高含有木質固形燃料のガス化発電用燃料としての適用

平成 23 年度 公募型研究
バイオマス G

はじめに

電力の安定供給のために、再生可能な森林バイオマス等の活用やコジェネレーションなどによる分散型電源システムの開発が求められている。

木炭を添加した炭素高含有木質固形燃料は発熱性・還元性が高い炭素を多く含むため、従来型ペレットより、ガス化効率が高くなることが予想され、付加価値の高いガス化発電用燃料等としての需要が期待できる。

研究の内容

炭素高含有木質固形燃料は、理論的にはガス化効率の向上が見込まれるが、最適ガス化条件を明らかにするために、基礎的な熱分解挙動に関する研究等を行う必要がある。

本研究では、JIS 法により燃料特性を測定し、熱分析等により熱分解挙動を明らかにした。さらに、小型ガス化炉に供してガス化試験を行い、ガスクロマトグラフィーにより合成ガスの発熱量などを算出し、ガス化燃料としての適性を評価した。

(1) 炭素高含有木質固形燃料の熱分解挙動の検討

美瑛産トドマツ木粉を原料とした木質ペレット、および、それに木炭粉(原料ナラ)を重量比で5%、10%混合した炭素高含有木質固形燃料を試作した。

混合した木炭粉は、屑炭くずを原料としているため、通常の木炭と比較して、高位発熱量(23.4MJ/kg)が低く、灰分(18.8%)が多かった。

試作した炭素高含有木質固形燃料は木炭の混合

率が上がるほど高位発熱量は高くなったが、灰分も増える傾向にあった。

差動型示差熱天秤(株)リガク製)を用いた空気雰囲気下における熱分析の結果、炭素高含有木質固形燃料は表面燃焼時の反応性が高いことが示され、ガス化条件が通常の木質ペレットと異なることが示唆された。

(2) ガス化試験

ガス化試験は、ダウンドラフト型ガス化炉を基とした第1図の評価システムを用いて実施した。

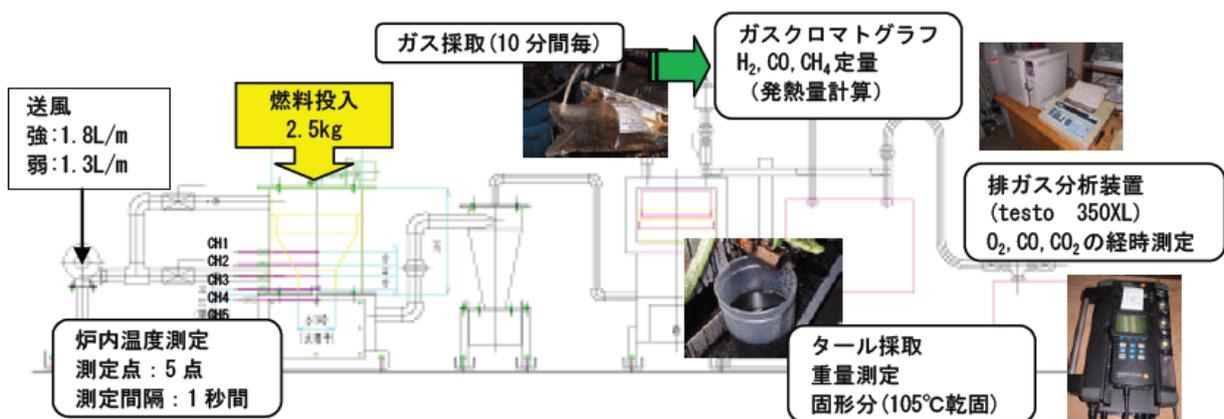
炉内温度は着火後約1200秒で500℃に達し、それに追従してO₂濃度が低下し、CO及びCO₂濃度が高くなった。その後、約4800秒後に上部(CH2)の温度上昇にともない、CO濃度が低下した。

ガス化試験により、炭素高含有木質固形燃料が合成ガスの高位発熱量を向上させる、タール固形分量が減少するなど、ダウンドラフト型ガス化炉用燃料として、優れた適性を有することが明らかになった。

まとめ

得られた成果については、木質バイオマスを活用したガス化発電技術の開発のための基礎的知見として活用する。

今後、送風量等のガス化条件ガス化条件等について詳細に検討するとともに、理論的な考察を加え、特許取得を検討する。さらに実用化に向けて、公的な研究開発支援制度を活用して、道内ペレット工場等と連携し、発電試験等を行うことを検討する。



第1図 ガス化試験の評価システム概要図

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

菌根性きのこであるマツタケは施設での人工栽培が困難なために商品価値が極めて高く、北海道ではハイマツやトドマツ等の天然林で発生する。マツタケは発生林の林床等を整備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

平成 22 年度までに、林業試験場が研究のため平成元～12 年に、試験地(網走西部)内のマツタケシロ周縁部に設置したとされるトドマツ苗木へのマツタケ感染を確認した。また、トドマツ種子由来の無菌苗を用いた完全密閉型の菌根合成方法では感染苗を得られなかった。そのため、開放型であるポット苗を用いた菌根合成およびシロからの感染苗作出を検討するための準備を進めた。

22 年春、既に共生している菌根を除去するため細根を大部分切除したトドマツ苗木を、天日乾燥したマツタケ山土およびパーライトを充填したポットに植栽した。

23 年度は、以下のシロからの感染苗作出技術の中

心に検討した。

23 年春、前年に準備したトドマツ苗木から生育と細根の再生が順調な 16 本を選抜し、マツタケのシロ周縁部に移植した(第 1 図)。同年秋に経過を観察したが、シロ先端部はまだ苗木に届いていなかった。

そこで、過去に林業試験場がマツタケのシロ周縁部に設置したトドマツ苗木の根元表土を掻き取り観察したところ、苗木設置から 10 年以上経過した現在、苗木の根元近傍にシロ様の形態が形成され残存しており、トドマツ苗木も無事に生育していた(第 2 図)。

以上の結果から、本試験地におけるシロの成長は、本州アカマツ林に比べ遅く、感染まで時間がかかることが示唆された。

まとめ

マツタケシロからの感染苗作出は可能であることが分かったが、感染まで時間を要することを含め感染効率などを検討する必要がある。また、密閉容器を用いた無菌苗や開放型のポット苗を用いた方法では感染を確認出来ていない。

24 年度は、引き続き 23 年春にシロ周縁部に移植した苗木の経過を観察し、さらにポット苗での感染方法の検討を行う。また、林業試験場が設置したトドマツ感染苗(第 2 図)を、別の場所に移植し経過を調査する予定である。



第 1 図 マツタケシロからの感染苗作出技術
図下側から上に向かってシロが成長している。白色札の地中部にシロの先端が確認できた。



第 2 図 10 年以上前にシロ周縁部に設置したトドマツ苗木
トドマツ苗木(白矢印)の根元表土を掻き取った。ピンクリボンとマジックインキの間にシロ様の形態が見られる。

Ⅲ. 4. 4 ブナシメジ栽培システム高度化のための品種の影響評価

平成 23 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、生産量がエノキタケに次ぐ主要な国産きのこであり、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。

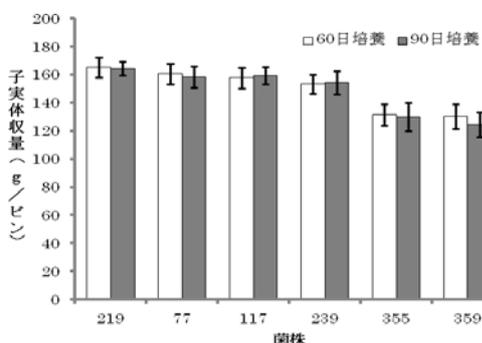
(株) ソーゴでは、「マーブレ 219」を導入してブナシメジを生産しており、生産現場として生産の効率化と製品の価値向上に対する継続した取り組みを進めている。生産の効率化には、栽培期間の短縮のみならず、収穫時期の集中化や収穫の作業性向上が求められる。また、製品の価値向上には、子実体の品質が求められる。

これらの課題に対応する手段として、品種の検討が考えられることから、林産試験保有の菌株について実生産施設に対する適性を評価した。

研究の内容

(1) ラボスケールでの栽培特性評価

カラマツおが粉をベースとする培地で保有菌株の栽培試験を行った結果、マーブレ 219 と同程度の子実体収量を示す菌株がいくつか得られた。続いて 6 菌株で栽培試験を行い培養日数の影響を評価した結果、4 菌株については 60 日培養(短期)でも 90 日培養(標準)でも安定して高い収量が得られた(第 1 図)。このうちマーブレ 219 と菌株 239 について、おが粉の樹種(3 種類)やおが粉代替材料(2 種類)の影響を評価した結果、2 菌株とも収量はシラカン



第 1 図 6 菌株の子実体生産に及ぼす培養日数の影響
平均値 ± SD (N=32)

バ>カラマツ>トドマツの順であった。菌株 239 はシラカンバやカラマツを利用する際にコットンハル(綿実殻粉砕物)の混合が有効であった。

(2) ラボスケールでの品質特性評価

6 菌株の栽培試験で得られた子実体について品質評価を行った結果、菌株 239 と 359 の評価が高かった。特に、肉質の弾力性、傘の開きづらさが特徴的であった。

(3) 実生産施設での栽培特性評価

(1) と (2) の結果を受け、菌株 239 と 359 について実生産施設で栽培試験を行った結果、菌株 239 はマーブレ 219 と同程度の栽培期間内に同程度の収量が得られた。しかも、ラボスケールでの試験結果より優れた結果が得られた。

(4) 実生産施設での品質特性評価

菌株 239 は、比較的均一な品質の子実体得られた(第 2 図)ことから、収穫の作業性向上の可能性を見出した。また、製品を包装した保存試験の結果から鮮度保持能が高いことが明らかになった。

まとめ

カラマツおが粉をベースとする培地で 36 菌株の栽培試験を行った結果、4 菌株で 60 日培養(短期)でも安定して高い収量が得られた。得られた子実体について品質を評価した結果、菌株 239 が高評価となった。実生産施設での栽培試験と品質評価により、菌株 239 が有望であることが明らかになった。



第 2 図 菌株 239 による試作品(株包装)

Ⅲ. 4.5 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 食品加工研究センター)

はじめに

近年、道内外のきのこ生産量は増加し、生産施設の増設が進んでいる。また、建設業界等の異業種からキノコ事業へ参入するケースも見られ、栽培可能な新たなキノコの開発が望まれている。さらに、キノコを素材とする健康食品や美容関連商品等に対する消費者の関心も高く、食品関連企業等は需要に適した新たなキノコの開発を期待している。

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

(1) キノコの迅速な育種法による菌株の作出

野生型エノキタケ (以下ユキノシタとする)、コムラサキシメジについて、それぞれ菌糸を酵素処理して、プロトプラスト[※]を調製し、それぞれの一核菌糸を分離した。ユキノシタについては実用品種の Fv92-4 と栽培日数が短い Fv09-1 および Fv82-3 のプロトプラスト由来一核菌糸をあわせて、6 菌株分離した。これらを交配材料として合計 136 株作出した。

コムラサキシメジについては、収量性の優れた Ls08-1 と子実体色が濃紫色で抗酸化活性が高い Ls98-8 からプロトプラスト由来一核菌糸を 4 菌株分離した。これらを交配材料として合計 55 株作出した。

(2) 野生菌株および交配菌株の選抜

野生菌株の選抜では、ムキタケ、ヌメリスギタケモドキ、サンゴハリタケ、アミヒラタケ等の 20 菌株から特徴のある菌株を選抜した。具体的には苦味が

少なく、子実体が大型のムキタケ 1 菌株、収量性の優れたヌメリスギタケモドキ 2 菌株、サンゴハリタケ 1 菌株、アミヒラタケ 1 菌株である。

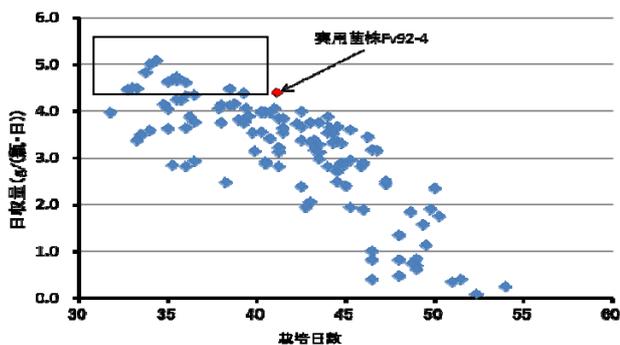
交配菌株の 1 次選抜では、Fv09-1 と Fv82-3 は早生系菌株で、それぞれ Fv92-4 に比べ栽培期間が 1 週間ほど早い傾向であった。これらの菌株から Fv92-4 に比べ栽培期間が短く、収量性を示す指標である日収量 (生産効率) が同等レベル以上の 11 菌株を 1 次選抜した (第 1 図)。コムラサキシメジについては 1 次選抜では、収量性を基準に 25 菌株選抜した (第 2 図)。

まとめ

平成 23 年度はユキノシタ、コムラサキシメジのプロトプラスト由来交配菌株およびムキタケ、ヌメリスギタケモドキ等の野生菌株の 1 次選抜を行った。

24 年度は、ユキノシタ、コムラサキシメジについて 2～3 次選抜を行い、収量性や品質の優れた菌株を選抜する。また、野生菌株から選抜されたヌメリスギタケモドキ、ムキタケ等については培養条件や培地組成等について検討する。さらに、これら選抜菌株の機能性についても評価を行う予定である。

※) プロトプラスト：キノコの菌糸を酵素処理して得られる、細胞壁を失った細胞のこと。この細胞は核を二つ持つ細胞 (親菌株の菌糸と同一) や、一方の核だけを含む細胞が存在する。



第 1 図 ユキノシタ交配株の栽培結果



第 2 図 選抜したコムラサキシメジと親菌株
濃紫色大型の交配株 (左), 親菌株 Ls98-8 (中央),
同 Ls08-1 (右)

Ⅲ. 4. 7 DNA 分析法を用いた森林土壌中からのマツタケ検出技術の検討

平成 23 年度 その他

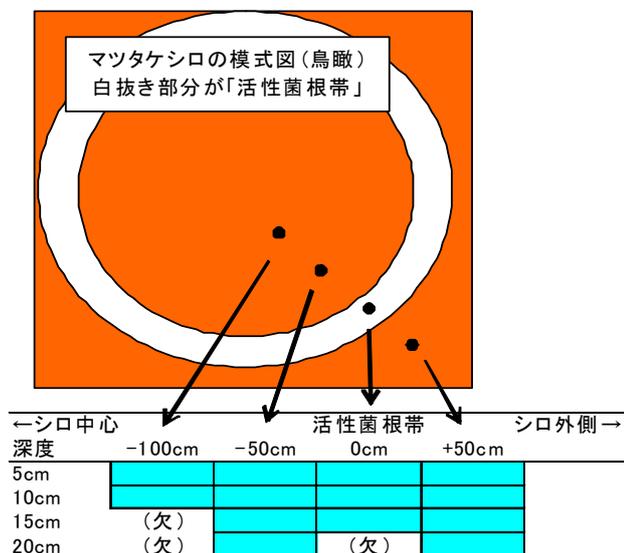
微生物 G (協力 オホーツク総合振興局西部森林室, 北海道大学)

はじめに

マツタケの林地栽培にはマツタケの生育に適した環境条件の把握が必要であり, 本州ではアカマツ林の豊富な事例が蓄積されている。一方, 北海道のマツタケは, アカマツと生態的に異なる幅広い宿主植物 (ハイマツやアカエゾマツ, トドマツなど) と共生しているが, 具体的事例が乏しいためアカマツ林のように環境条件が把握されていない。

環境条件把握のためには, より多くの林分を検証することが必要であり, 土壌中に存在するマツタケのコロニー (シロ) を簡便に検出できれば, マツタケ子実体が発生していない時期でも調査が可能となる。

本研究では, マツタケシロの存在を見分ける方法の開発を目指し, DNA 分析を用いた森林土壌中のマツタケ検出技術の可否を明らかにすることを目的とする。



第 1 図 マツタケシロを含む土壌試料の概要

活性菌根帯 (0 cm) からシロの外側 50 cm, シロの内側 50 cm, 同 100 cm の地点それぞれで土壌サンプラー (直径 5 cm) を用いて地表面 ~ 5 cm, 5 ~ 10 cm, 10 ~ 15 cm, 15 ~ 20 cm の土壌コアを採取した。

研究の内容

第 1 図に示すようにマツタケシロを含む土壌試料を採取した。土壌試料からの DNA の抽出方法を 2 種類, 抽出した DNA の検出方法としてマツタケ検出用として提案されている「プライマー (マーカーとなる DNA 断片)」3 種類 (A, B, C) を検討した。

まず, DNA の抽出は「林産試従来法」で行い, DNA の検出ではプライマー A を用いて PCR (DNA の目的部位を増幅する操作) を繰り返し行うことで「活性菌根帯, 深度 10 ~ 15 cm」の土壌のみからマツタケを検出することが出来た。しかし, 再現性が低いため, 前記条件 (抽出方法および検出方法) とその組み合わせを検討した。

その結果, 抽出を「土壌 DNA 抽出キット」で行い, DNA 検出は汎用されているユニバーサルプライマーとプライマー A を順次用いて PCR を繰り返し行う方法が最善の条件と判断した。

改善後の条件では, 第 2 図に示すように活性菌根帯よりも内側の土壌からもマツタケを検出した。すなわち DNA 分析法を用いることで, 目視よりも広範囲でマツタケの存在を検出できることが示された。

まとめ

シロを含む土壌試料からの DNA 抽出方法およびその検出方法を検討して, 活性菌根帯以外のシロ内側からもマツタケを検出できることを確認した。

今後, マツタケ検出が可能なシロの部位をより明確にするためシロの調査数を増やす予定である。それらの結果をマツタケのシロ分布調査と組み合わせることで, 調査地でのマツタケ検出の精度を向上させることが可能になる。

←シロ中心	活性菌根帯			シロ外側→
深度	-100cm	-50cm	0cm	+50cm
5cm	×	×	×	×
10cm	×	○	○	×
15cm		○	○	×
20cm		○		×

第 2 図 土壌試料からのマツタケ検出結果 (条件改善後)
○: 検出, ×: 非検出