

Ⅲ. 1.2 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 年～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, 胆振総合振興局森林室, 東京大学北海道演習林)

はじめに

北海道産の広葉樹は建築内装, 家具材といった用途が多く, 道内外で高い評価を得ている。しかし, 従来の原料である天然林資源の減少, 昨今の国際原木市場の不安定さから, 業界では原料不足が危惧されている。このため, 道内で持続的に利用できる広葉樹材供給源として人工林育成を検討する必要がある。

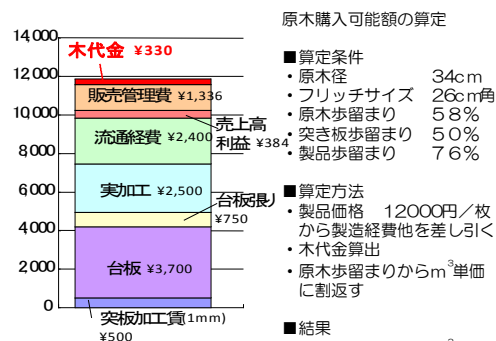
道内では, 戦前から用材目的でヤチダモ, ウダイカンバ等の造林が行われていたが, 戦後の針葉樹造林拡大の陰で衰退し, 施業方針が定まらず放置されている林分が多い。収穫可能な太さに達している造林木もあるが, 利用上必要な材質に関する情報がほとんどない。そこで本研究は木材利用を目指した広葉樹人工林整備に向けた基礎資料の作成を目的に実施した。

研究の内容

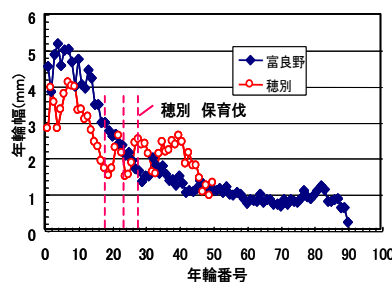
平成 23 年度はヤチダモ人工林材の強度試験を行い, 強度は天然林材と同等の結果を得た。24 年度はウダイカンバについて検討を行った。

(1) 複合フローリング用の原木価格試算

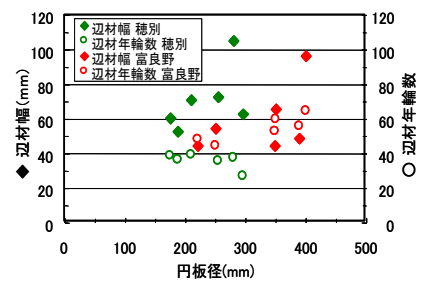
今後資源化を強く促すためには, 付加価値の高い製品・用途が求められる。そこで, 突き板製品にかかるコスト調査を実施し, 穂別産ウダイカンバについて同用途向け原木価格を試算した。複合フローリング小売価格 12,000 円/㎡時の原木価格購入上限額を推定した結果, 73,260 円/㎡であった (第 1 図)。フリッチからの単板歩留まりが 50%得られる材 (突き板工場での採算ライン) であれば, 銘木市で取引さ



第 1 図 ウダイカンバ (流通名:メジロカバ) 複合フローリング原価構成 (聞き取り・推定)



第 2 図 ウダイカンバの年輪の変動



第 3 図 円板径と辺材の幅と年輪数の変化

れる材と同様に扱える可能性を見出した。

(2) ウダイカンバ材の成長量調査

穂別 (道有林:人工林, 57 年生), 富良野 (東大演習林:山火事跡地再生林, 100 年生) より採取した円板を用いて分析を行った。その結果, 両者の成長量は異なるが初期にピークを迎え, 20~40 年以降においては 1~2mm と同様の傾向で, 髓から 20~30 年目以降の年輪幅では穂別産が高めに推移していた。また, 適正に管理されている穂別産について間伐時期との対比でみると, その効果が肥大成長に反映されている可能性が認められた (第 2 図)。辺材の年数は直径成長の大小に関わらず穂別産では約 40 年, 富良野産では約 50 年前後と概ね一定であり, 心材形成開始は材部細胞が形成層から分裂してからの年数との関係が強いことが示唆された (第 3 図)。

まとめ

ヤチダモについては強度の面で天然林材と同等に扱える可能性があること, ウダイカンバについては適正に管理された林分であれば施業の効果が認められると考えられることから, これらを林務行政, 普及組織を通じて指導林家などに対し情報提供を行うことで資源化の促進が期待される。なお, 限られた試料の調査であることから, サンプル数を増やして施業と成長量の間連, ウダイカンバの価値を位置づける心材形成の要因解明を進めるためにも, 今後も引き続き調査が必要である。

Ⅲ. 1. 3 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 年～25 年度 経常研究

生産技術 G, 耐久・構造 G

（協力 鳥取大学, 道総研林業試験場, 北海道水産林務部森林活用課, 佐呂間町）

はじめに

林木の成長過程や施業履歴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や成長量の違いによる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に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、含水率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

試料木から、横断面内の部位ごとに細分した試験片を採取し、従来法によるヤング係数、密度等の測定と、近赤外分光法によるスペクトル測定とを行い、それらの回帰分析を行った。

試料木として、林業試験場ガイマツ雑種 F1 植栽密度試験地（美唄）の植栽密度の異なる 4 林分から各 18 本、計 72 本を採取した。原木の基礎材質を測定した後、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 の小試験片を作製し（第 1 図）、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、木口面と柾目面の近赤外スペクトルを計測した（第 2 図）。

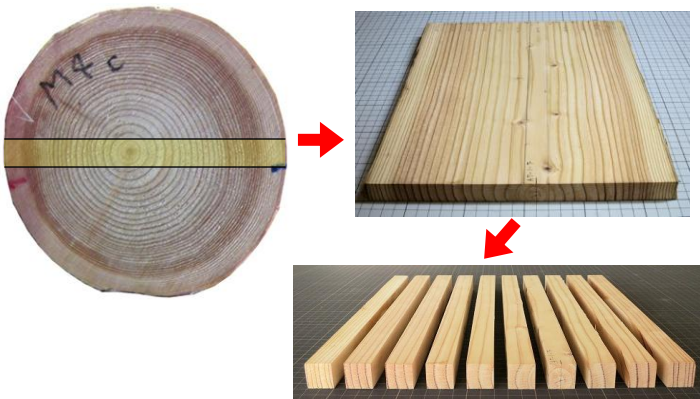
小試験片 295 体について、得られた密度、曲げ強さ、曲げヤング係数の各実測値と近赤外スペクトルとを回帰分析し、各形質を推定するための検量線作成を試みた。

その結果、いずれの形質においても回帰式の決定係数は 0.8～0.9 程度となり、高い推定精度が得られた。形質別でみると、密度>曲げヤング係数>曲げ強さの順で決定係数が大きかった。また、木口面の方が柾目面よりも推定精度が高く、これら形質測定における木口面測定の優位性が示唆された。

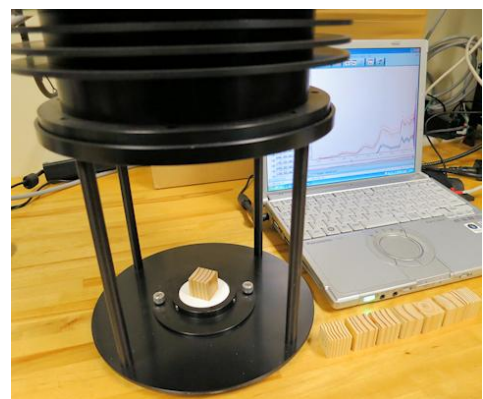
まとめ

原木横断面を細分した試験片の木口面の近赤外スペクトル測定により、ヤング係数、密度等を精度よく推定することが可能であった。

25 年度は、今年度と同様の試験方法でデータを積み重ねることにより、回帰分析の推定精度の向上を図る。その際、佐呂間町のカラマツ人工林間伐試験地において、間伐率が異なる 3 林分から各 20 本、計 60 本を採取し、これらを試料木として用いることで、間伐履歴の違いが横断面内の材質分布に与える影響についても評価する。また、割裂法による繊維傾斜度を測定し、近赤外スペクトルとの回帰分析を行い、繊維傾斜度推定の可能性についても検討する。



第 1 図 曲げ試験用小試験片の作製



第 2 図 近赤外スペクトル測定の様子

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 年～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) 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 (注1) 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。

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、バイオエタノール原料としてのパルププロジェクトの性状を把握するとともに、その適性を評価した。その結果、パルププロジェクトはバイオエタノールの原料として適しているが、バイオエタノールの収率をさらに向上させるためには、酵素糖化後に残渣として残る大きい粒度のパルププロジェクトを低減し、糖化性を向上させる必要があることがわかった。

そこで 24 年度は、糖化性の向上方法を検討する目的で、糖化率 (注 2) の低かった 3 種類のパルププロジェクトを湿潤状態で篩い分けし、酵素糖化に供

注 2: 基質あたりの得られたグルコースのグルカンとしての収率

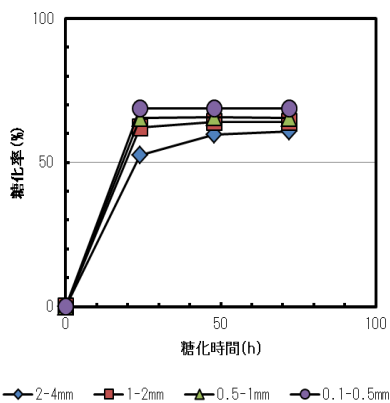
した。その結果、いずれのパルププロジェクトにおいても、2mm 以下の画分では糖化開始後 24 時間で糖化率が 60～70%に達し、その後もほぼ一定であったが、2～4mm の画分ではそれ以下の画分と同程度の糖化率に達するまでに 72 時間を要した (第 1 図)。また、各粒度画分における 72 時間糖化後の残渣率は 2～4mm の画分では 15～25%程度であったが、2mm 以下の画分では 10%以下になることが分かった (第 2 図)。

そこで、ラボラトリーブレンダーを用いて実験室レベルでの粒度の低減方法を検討した。その結果、3, 100rpm, 約 3 分の解繊で、50%以上あった 2mm 以上の画分を 3%以下にまで減らすことができた。無処理または水洗後のパルププロジェクトと比べて、解繊したパルププロジェクトの糖化率は、約 10%高く、また残渣率は約 15%低下した (第 3 図)。

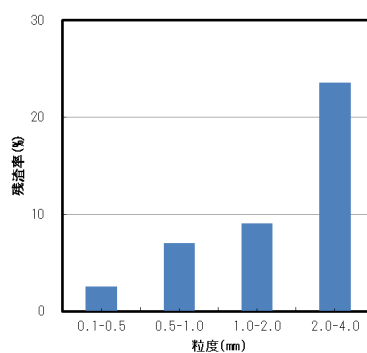
まとめ

糖化性の向上方法を検討した結果、パルププロジェクトを 2mm 以下にまで解繊することで、糖化率を 10%程度向上させ、また残渣率も 15%程度低くすることができた。

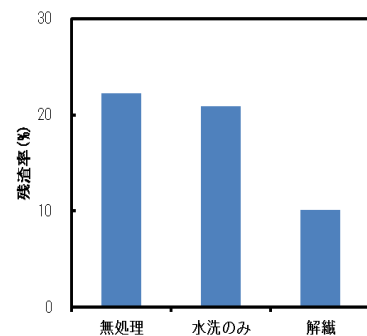
25 年度は解繊に必要な装置に関する情報を整理し、パルププロジェクトを原料とするバイオエタノール製造プロセスを構築するとともに、構築した製造プロセスでの製造コストを試算する。



第 1 図 粒度ごとの糖化率



第 2 図 粒度ごとの残渣率



第 3 図 処理ごとの残渣率

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。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

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。有用成分の含有量は樹種ごとに特徴があり、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。

24 年度は、有用成分の分離抽出技術について検討した。

・カラマツ樹皮：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た（第 1 図）。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すことに成功し、特許出願を検討している。多糖類の分離抽出に関しては、五炭糖由来部分の含有量が少ないことから、六炭糖の回収に絞って検討した。高分子状態での回収としてパルプ化を検討したが、糖類の溶脱が進みやすい一方でリグニンの溶脱が進みにくい傾向があり、リグニン含量の少ないパルプ化が困難であった。そこで、単糖としての回収を検討し、硫酸法が確実な手法と判断した。

・トドマツ樹皮：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た。粗樹脂、粗ペクチンに関してはカラマツ樹皮にも含まれているが、トドマツ樹皮の方が含有量は多く、トドマツ樹皮を特徴づける成分と考えて逐次抽出に盛り込んだ。多糖類の分離抽出に関しては、カラマツ樹皮の場合と同様の理由により、硫酸法による六炭糖の回収を選択した。

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：含水エタノール抽出液中の少糖類の液については、グルコース、フルクトースを主とする液が得られた。変換素材として、両糖どちらからも変換可能な 5-ヒドロキシメチルフルフラール（5-HMF）を選定した。また多糖類の分解液については、六炭糖（主体はグルコース）を主とする液が得られた。これらの糖から変換可能であり、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。

・トドマツ樹皮：多糖類の分解液について、六炭糖（主体はグルコース）を主とする液が得られた。カラマツ樹皮多糖類の分解液と同様の理由により、酵母によるエタノール発酵を選定した。

まとめ

24 年度は、カラマツ樹皮、トドマツ樹皮に含まれる有用成分の逐次分離抽出手法を検討した。また、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。

25 年度は、上記の糖類を化学製品の素材へと生化学的に変換する技術について、ラボレベルでの検討を行う。



第 1 図 カラマツ樹皮の含水エタノール抽出液より調製した粉末

* 材料ベースで、フェノール類 10%強、少糖類（単糖～三糖）4%前後が抽出される。

Ⅲ.3.3 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（独）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

林木育種センター北海道育種場により採取されたヤナギ優良クローン候補木を対象とし、木部（枝 3～5 年生部分）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分析した（第 1 図）。また統計解析により、クローン候補木間での有意差の有無を確認した。

平成 22 年度は、釧路川流域で採取されたエゾノキヌヤナギ優良クローン候補木を、23 年度は同じく釧路川流域で採取されたオノエヤナギ優良クローン候補木を対象とし、分析と比較を行った。

24 年度は、名寄川流域で採取されたエゾノキヌヤナギ優良クローン候補木を対象とした。絶乾木部に対する成分含有量は、抽出成分 2～5%、リグニン 21～27%、セルロース 38～45%、ヘミセルロースのキシロース由来部分 13～16%であり、いずれの項目についても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、マンノース由来部分はそれぞれ 1～2%、1～3%であり、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。

3 年間にわたる分析では、樹種や産地が異なる試料を分析したが、各成分の含有割合におけるクローン候補木間差については下記の傾向が認められた。

- ・セルロース：含有割合はクローン候補木間で 6～7%程度の開きがあり、有意差が認められた。

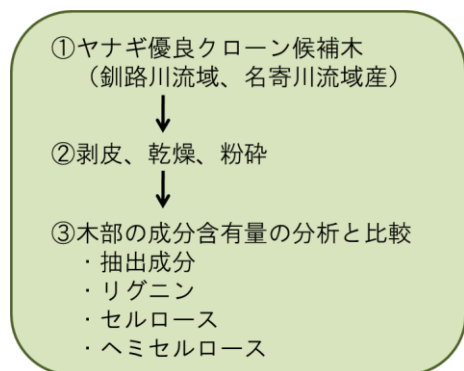
- ・ヘミセルロース：キシロース由来部分の含有割合が高く（9～16%）、クローン候補木間で 4～6%程度の開きがあり、有意差が認められた。また、マンノース由来部分の含有割合は、クローン候補木間で 2～4%程度の開きがあった。ガラクトース由来部分やアラビノース由来部分については、含有量が少なく定量下限を下回る場合があった。

- ・リグニン：含有割合はクローン候補木間で 3～4%程度の開きがあり有意差が認められた。

- ・抽出成分：含有割合はクローン候補木間で 2～4%程度の開きがあり、エゾノキヌヤナギに関しては有意差が認められた。

まとめ

本研究で分析したクローン候補木については、林木育種センター北海道育種場の圃場（第 2 図）で挿し木による生育試験が行われており、その試験結果および本成果を総合し、ヤナギ類の優良品種開発における成分育種の可能性が判断される予定である。



第 1 図 木部成分含有量の分析と比較の手順



第 2 図 挿し木によるヤナギ生育試験

Ⅲ. 3. 4 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 年～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り、北海道では平成 24 年度に改定した「北海道森林づくり基本計画」においても、34 年度にエネルギー利用量を 119 万 m³ とする指標を示している。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、燃料の原料供給側等において含水率を低減するなど、品質向上を図る必要がある。

そこで、木質系バイオマス燃料の品質向上を図るために、太陽熱利用等による含水率の低減、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

(1) 太陽熱利用等による含水率低減技術の確立

燃料用チップ (深川一已地区産林地残材枝条粉碎物) をプラスチック製メッシュコンテナ (容量:16L) に入れ、太陽熱木材乾燥装置内および隣接する屋外に各 10 個設置した。なお通気の影響を見るために、うち 5 個についてはプラスチック袋で包み、上部のみを開放とした。

試験期間中 (24 年 8 月～10 月) の屋外気温は最高 32.1℃, 最低 2.3℃であった。太陽熱木材乾燥装置内の温度は最高 62.4℃, 最低 11.9℃であり、屋外気温より高い値で推移した。試験開始時に含水率 (湿潤ベース)30%以上あった燃料用チップが、装置内 (通気有り) については 1 週間で 10%台まで低下し、プ

ラスチック袋で包んだ装置内 (通気無し) についても 2 週間で 10%台となった (第 1 図)。一方、屋外に設置したものは、含水率が 20%以下となることはなかった。

(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電気炉 (回転炉) にて、低温炭化処理 (処理温度 200～300℃) し、収率・総発熱量・粉碎性を比較した。

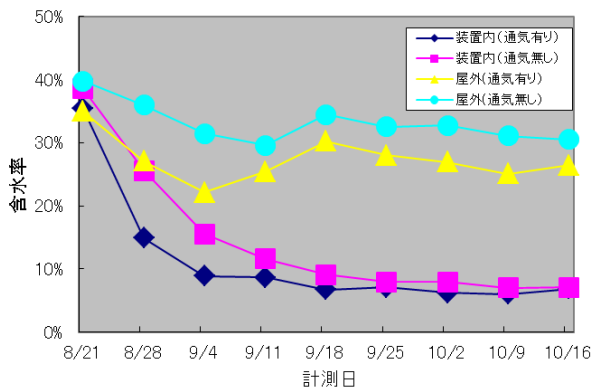
処理温度が高くなるに従い炭素含有量が増加し、総発熱量が高くなる傾向が見られた (第 1 表)。収率は 275℃以上では著しく下がるため、それ以下での処理が望ましいと考える。粉碎性については上昇したが石炭 (HGI=40～60) より低かった。また低温炭化処理により吸水性が低下する傾向が見られた。

まとめ

太陽熱木材乾燥装置が木質系バイオマス燃料の速やかな含水率低減に有効であることが明らかとなった。含水率が高い林地残材の効果的な乾燥技術を開発することにより、燃料の水分変動に弱い小型ボイラー等における利用拡大が期待できる。

低温炭化処理は木質バイオマス燃料の発熱量や粉碎性を向上させることから、石炭に近いハンドリングが要求される火力発電所における石炭との混焼用燃料等としての活用が想定できる。

25 年度はコスト試算や二酸化炭素削減効果等を主に検討し、より低コストで効果的な技術開発を目指して追試等を行う。



第 1 図 燃料チップの含水率 (湿潤ベース) 変化

第 1 表 低温炭化物の収率・総発熱量・粉碎性

処理条件	収率 [%]	総発熱量 [MJ/kg]	粉碎性 HGI
200℃	99.6	17.78	14.1
225℃	95.3	18.80	14.3
250℃	91.6	19.39	17.0
275℃	85.7	20.02	27.4
300℃	68.7	22.42	24.6

Ⅲ. 3. 5 バイオリファイナリーのためのオゾン処理による バイオマス溶解促進技術の開発

平成 24 年度 その他
バイオマス G

はじめに

地球温暖化および化石資源枯渇対策として、木質等のバイオマスから様々な化成品を製造していく必要がある。バイオマスから各種化成品を効率よく製造するためには主要成分(セルロース, ヘミセルロースおよびリグニン)を溶解して分離する技術が重要となる。イオン液体を用いたバイオマス溶解技術が将来有望であるが、研究途上の技術であり、溶解促進技術等を開発する必要がある。

研究の内容

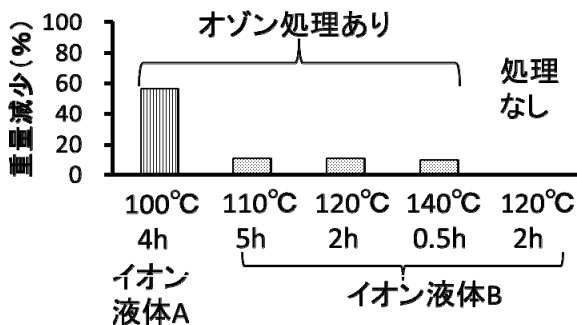
イオン液体にバイオマスを溶解させる際にリグニンの溶解難さが全体の溶解速度に影響する。そこで、リグニンを優先的に分解してセルロースおよびヘミセルロースをあまり分解しないオゾン処理の溶解促進処理への効果について検討した。

(1) オゾン処理のイオン液体への影響

バイオマス溶解性のある 2 種類のイオン液体に対し、木粉を投入せずにオゾン処理を行った結果、イオン液体 B では重量減少が 10% 程度で、イオン液体 A と比較してオゾン処理に強かった (第 1 図)。

(2) オゾン処理による溶解促進効果

トドマツ木粉に対し 100℃・4 時間, 110℃・5 時間, 120℃・2 時間および 140℃・0.5 時間の加熱条件においてオゾン処理を行い、同じ加熱条件でオゾン処理を行わない時と比較した(第 2 図)。その結果, 110~140℃において溶解残渣率の差が大きく, 溶解促進効果が見られた。



第 1 図 オゾン処理によるイオン液体の重量減少

(3) 溶・不溶成分の分析

オゾン処理の有無双方において、トドマツ木粉をイオン液体に溶解させ、溶解残渣と溶解物の主要成分を分析し、溶解挙動を把握した。溶解物を析出させ、セルロースに富んだ半透明のシート状の素材を得ることができた (第 3 図 A)。

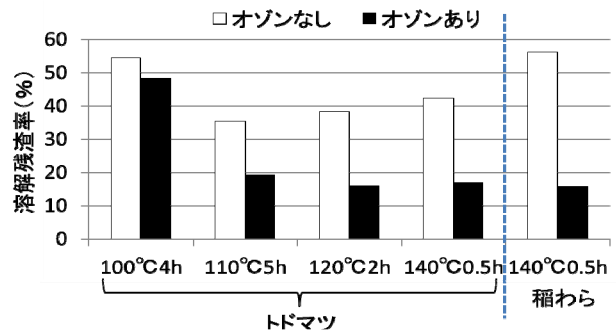
(4) 草本バイオマス (稲わら) への適用

トドマツ木粉における溶解条件で稲わらの溶解試験を行った (第 2 図)。トドマツと同様にオゾン処理による溶解促進が見られ、セルロースに富んだ析出物 (第 3 図 B) が得られた。

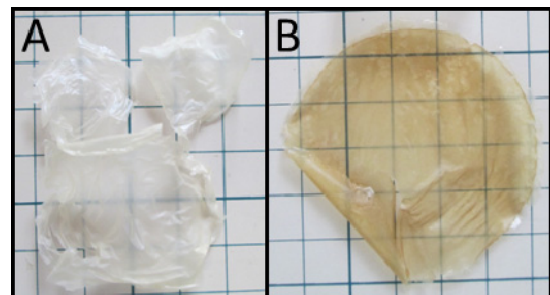
まとめ

オゾン処理に強く、かつバイオマス溶解性があるイオン液体が存在すること、およびオゾン処理により木質・草本バイオマスのイオン液体への溶解が促進されることを明らかにした。

本研究により木材溶解とオゾン処理に関する多くの新規知見が得られた。今後の発展研究に活用していく。



第 2 図 オゾン処理によるバイオマス溶解促進効果



第 3 図 溶解後の析出物 (A: トドマツ, B: 稲わら)

Ⅲ. 3. 7 森林バイオマス由来機能性素材の商品化に向けた研究および製品試作

平成 24 年度 一般共同研究
微生物 G, 日油 (株)

はじめに

近年、高血圧症や糖尿病などの生活習慣病患者、メタボリックシンドローム患者やその予備群が増加している。これを背景として、糖尿病の改善効果をもつ機能性食品素材の需要が高まっている。林産試験場と日油 (株) は、これまでの研究において、糖尿病改善薬のターゲットの一つであるペルオキシゾーム増殖剤応答性受容体 γ (PPAR γ) の活性化能をもつ森林バイオマスの探索を行い、トドマツ樹葉のエタノール抽出物に高い PPAR γ 活性化能を見出した。

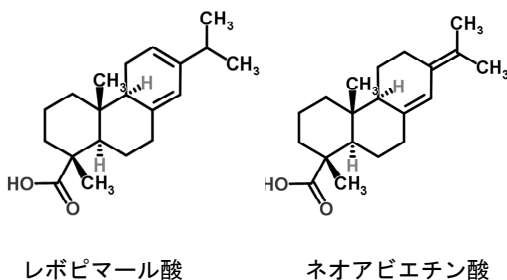
本研究では、トドマツ樹葉抽出物とその機能性成分について、血糖値上昇抑制作用の検討を行った。

研究の内容

(1) 機能性成分の同定

トドマツの樹葉を粉碎後、エタノール抽出した。得られた抽出物を順次、ヘキサン、ジエチルエーテル、酢酸エチル、*n*-ブタノールにより溶媒分画した。これらの画分について PPAR γ 活性化能を評価したところ、ジエチルエーテル画分に最も高い活性が認められた。この画分を GC-MS 分析に供した結果、4 種のジテルペン化合物が同定された。これらの化合物では、レボピマール酸とネオアビエチン酸 (第 1 図) に高い PPAR γ 活性化能が認められた。さらにこれらの化合物は、PPAR α に対しても活性化能を有することが明らかとなった。

PPAR γ の活性化剤はインスリン抵抗性を改善するが、副作用である体重増加が問題となっている。



第1図 機能性成分の構造

一方、PPAR α の活性化剤は生体内脂質の利用促進効果による抗高脂血症作用を持つ。そのため、PPAR γ と α の両者を活性化できる活性化剤 (PPAR α/γ デュアルアゴニスト剤) は PPAR γ の副作用を軽減する糖尿病改善薬として注目されており、トドマツ樹葉抽出物についても PPAR α/γ デュアルアゴニスト剤としての利用が期待できると考えられた。

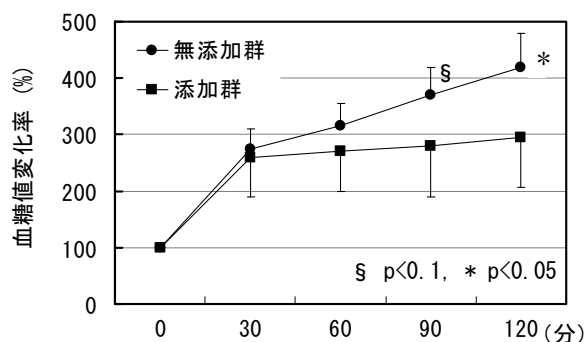
(2) トドマツ樹葉抽出物の血糖値上昇抑制作用

糖尿病モデル動物である GK ラットを用いて動物実験を行い、トドマツ樹葉抽出物の血糖値上昇抑制作用を検証した。無添加群には基本飼料 (AIN-93M) 93%、コーン油 7% の飼料を、添加群にはさらにトドマツ樹葉エタノール抽出物を 1% 添加した飼料を与え、3 週間後に経口ブドウ糖負荷試験を実施した。その結果、添加群は無添加群に比べ、ブドウ糖を与えた後、90 分、120 分の血糖値が低く (第 2 図)、トドマツ樹葉エタノール抽出物は食後血糖上昇抑制作用をもつことが明らかとなった。

さらに、レボピマール酸では食後血糖上昇抑制作用が確認され、ネオアビエチン酸でも傾向が見られた。

まとめ

本研究では、トドマツ樹葉が糖尿病をターゲットとした食品機能性素材として利用できることを明らかにした。今後は安全性試験や商品化について検討する。なお、本研究では「PPAR α , PPAR γ デュアルアゴニスト剤」と「食後血糖上昇抑制剤」の 2 件の特許を日油 (株) と共同出願した。



第2図 トドマツ樹葉抽出物による経口ブドウ糖負荷試験の結果

Ⅲ. 3. 8 林地未利用材を用いた木質バイオマス発電に関する研究

平成 24 年 受託研究

バイオマス G, マテリアル G, 道総研林業試験場 (協力 道総研工業試験場)

(委託者 津別町森林バイオマス利用推進協議会)

はじめに

再生エネルギー特措法の施行より、林地未利用材は熱利用のみならず、発電の燃料としての活用が期待されている。津別町の企業では、地域貢献のため既存ボイラーを活用して地域内に電気を供給する意向があり、林地未利用材を活用した電熱併給の可能性を検討している。

そこで、林地未利用材を近隣地域より集荷し、燃料用チップにするとともに、燃料としての性能を明らかにした。さらに、既存設備において燃焼試験をおこなうことにより、林地未利用材を活用したバイオマス発電の可能性について検証した。

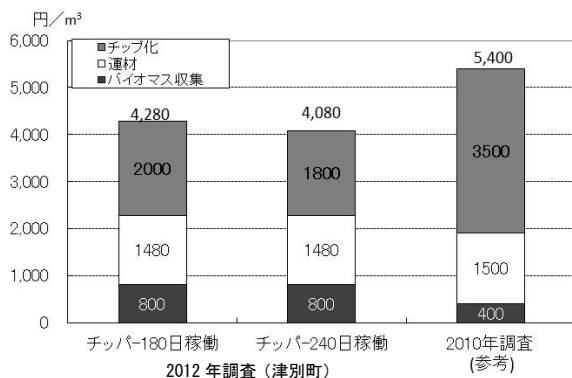
研究の内容

(1) 林地未利用材の収集システムの評価

津別町内のカラマツ人工林 29 年生を対象に、木材生産費調査と林地未利用材収集試験をあわせて実施した。林地未利用材の収集対象は末木(平均元口直径 9cm)のみとした。林地未利用材のチップ化に係る総経費を第 1 図に示す。

山から発電所チップヤードまでの総経費は、4,280 円/m³であった。チップャー稼働を 240 日と仮定した時の総コストは、チップ化費がわずかに削減し 4,080 円/m³となった。今回の林地未利用材収集試験は、山から発電所までの距離が比較的近く、他の調査事例よりも低く抑えられた。

(2) 林地未利用材の燃料評価



第 1 図 林地未利用材のチップ化に係る総経費

通常燃料として使用している工場端材と林地未利用材の採取時水分(湿潤ベース)、工業分析値、発熱量を測定した。採取時水分は工場端材の平均が 33%に対し、林地未利用材は 51%と高い値を示した。

林地未利用材の灰分は工場端材より高く、燃焼灰の発生量が多くなることが予想された。林地未利用材の無水時の総発熱量は工場端材に比べてばらついたが、平均値の差は小さかった。しかし、水分を考慮した真発熱量は林地未利用材が工場端材にくらべ大きく劣った。

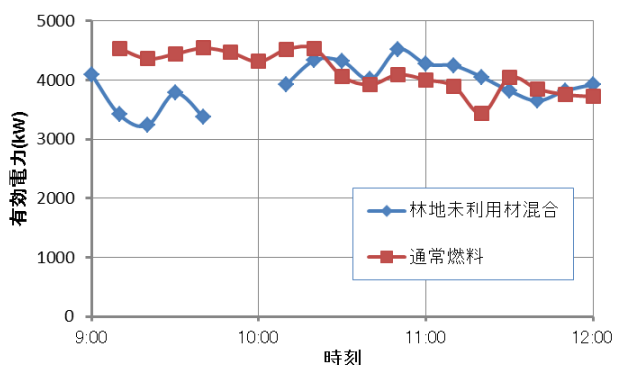
(3) バイオマスボイラーによる燃焼試験

燃焼試験は津別単板(協)のバイオマスボイラーを用いて、通常燃料(工場端材)に林地未利用材を 46%混合して実施し、10 分間ごとに燃料投入量、主蒸気流量、有効電力などを計測した。なお、翌日に通常燃料のみのデータも同様に計測した。第 2 図に燃焼試験における有効電力の推移を示す。

初期に有効電力が下がっているのは燃料に由来するものではなく、工場側の蒸気消費量が低下したためであり、最高 4,523kW の有効電力を記録するなど、通常燃料と遜色のない運転が可能であった。

まとめ

林地未利用材の収集コストや燃料性能を調査し、バイオマスボイラーで燃焼試験を実施することにより、津別町における木質バイオマス発電の実現可能性が明らかとなった。得られた成果は津別町バイオマス利用推進協議会の基礎資料として活用される。



第 2 図 燃焼試験における有効電力の推移

Ⅲ.3.9 農業用廃プラスチックの再利用に関する研究

平成 24 年～26 年度 循環資源利用促進特定課題研究開発基金事業
 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

北海道における農業用廃プラスチックは、平成 21 年では年間約 2 万 t 排出され、その 71% (約 1.4 万 t) はマテリアルリサイクルやサーマルリサイクルとして再利用されているが、25% (約 5 千 t) は埋立や焼却など未利用のまま最終処分されている。

そこで、本研究では農業用廃プラスチックのうち再利用が困難とされている長いもネットをターゲットに、リサイクルに向けた技術開発を行うとともに、芽室町をモデルケースとして、長いもネットの地域内利用を図る上でのサーマルリサイクルシステムの経済性と導入条件を明らかにする。

研究の内容

24 年度は、廃プラペレットの製造を予定している芽室町の既存ペレット工場にて、本研究で開発するボイラーの燃焼試験に供するマメガラペレットの製造を行うとともに、林産試験場のペレタイザーを用いて茎葉と長いもネット (廃プラスチック) の混合ペレット (長いもネットペレット) を試作した。

収穫直後の秋掘り長いもネット (第 1 図) は、茎葉が長いもネットに複雑に絡まっており、水分 (湿潤ベース) が高い (80% 以上)。そのため 2 カ月間室内にて放置後、手作業で 10cm 以下に切断し、さらに一軸型粉碎機 (富士産業 (株) 製) にて 10mm 以下に粉碎し、水分 20% に調整後、フラットダイ型ペレット製造装置 ((株) アースエンジニアリング製) にて

造粒した。実際の製造に当たっては、効率的な乾燥・粉碎方法を検討する必要がある。

試作した長いもネットペレット (第 2 図) は、通常の木質ペレット燃料と比較して、密度が低く (単位密度 1.15g/cm^3)、水分が多い (13.4%) 傾向が見られた。

総発熱量は、木質ペレット燃料より若干高い値 (19.54MJ/kg) を示した。これは、発熱量が高い長いもネットが混入しているためと考えられる。長いも茎葉のみの総発熱量は 15.63MJ/kg であり、長いもネットの総発熱量は 45.63MJ/kg であったことから、長いもネットの含有率は 10% 程度と推測された。

灰分は 10.4% と高く、クリンカ (塊状の多孔質な灰) 対策等が必要となることが予測された。

まとめ

長いもネットは、使用後に茎葉の巻き付きや土壌の付着があるために分別洗浄などの処理が難しく、農業用廃プラスチックの中でも特にリサイクルが困難な品目である。24 年度は茎葉の割合が多い秋掘りネットを用いてペレット燃料を試作した。

25 年度はプラスチックの混合割合を変えて廃プラペレットを製造する。また、プラスチックの割合が多いと予想される、一冬耕作地に放置した春掘り長いもネットを原料とし、林産試験場のペレタイザーを用いてペレットを試作して、製造条件を決定し、既存ペレット工場での製造を検討する。



第 1 図 使用後の秋掘り長いもネット



第 2 図 長いもネットペレット (茎葉+長いもネット)

Ⅲ. 4. 1 菌根性きのこ感染苗作出技術の開発

平成 21 年～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する(林床の地掻き処理等)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 年度までに実施した、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ため、シロからの感染苗作出技術を中心に検討を進めた。

23 年春、前年に準備したトドマツ苗木から移植に適した苗木を選定し、マツタケのシロ周縁部に移植した。同年秋に経過を観察した結果、シロ先端部がまだ苗木に届いていなかった。

24 年春に条件を変更し、トドマツ苗木をマツタケのシロ(活性菌根帯)に植栽した。同年秋に経過を観察した結果、一部でマツタケの感染(菌根形成)を目視で確認できた(第 1 図左)。その根圏土壌および

び細根(菌根)を採取し、DNA マーカー(マツタケ特異的プライマー)を用いて分析した結果、マツタケに特異的なバンドを検出した(第 1 図右)。

感染苗移植後に他のマツタケの影響を受けないように、これまでマツタケの発生がない道有林に移植予定地を設定し、マツタケ発生に適した環境整備のため 23 年秋(23 処理区)と 24 年春(24 処理区)にそれぞれ地掻き処理を行った。23 処理区と 24 処理区、及びマツタケシロ外周部の土壌細菌数等を比較した結果、移植予定地の土壌は細菌数が多く pH も高い傾向にあった。これを考慮し、23 処理区よりも土壌細菌数および pH 値が低くマツタケシロ外周部の土壌環境に近い 24 処理区に、24 年秋、前述の感染を確認したトドマツ苗木を移植した。

まとめ

春にトドマツ苗木をマツタケのシロに直接植栽し、当年秋にマツタケの感染を確認できたことから、別の場所へ移植した。一方、感染苗は、単に「感染」した状態より「シロ様構造を形成」した状態の方が移植後のシロ形成の可能性が高まると考えられる。このため、25 年度からは移植後の経過観察とともに移植していない感染苗の経過観察も行う。また、移植地の土壌環境(細菌数, 温度)の調査を継続する。



第 1 図 24 年春シロ植栽苗のマツタケ感染(左)と DNA マーカーを用いたマツタケ検出(右; 電気泳動像)

ITS: 最初の PCR で検出されるバンド, Tm: 2 回目の PCR でマツタケに特異的に検出されるバンド

レーン①②: 菌根から抽出したサンプル, レーン③④: 土壌から抽出したサンプル, レーン⑤: サイズマーカー,

レーン⑥⑦: マツタケ菌糸(ポジティブコントロール), レーン⑧⑨: パカマツタケ菌糸(ネガティブコントロール)

Ⅲ. 4. 4 道産ニュータイプキノコの育成と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

新たに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。道内においても新規参入希望の異業種等から、ヤマブシタケのような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。

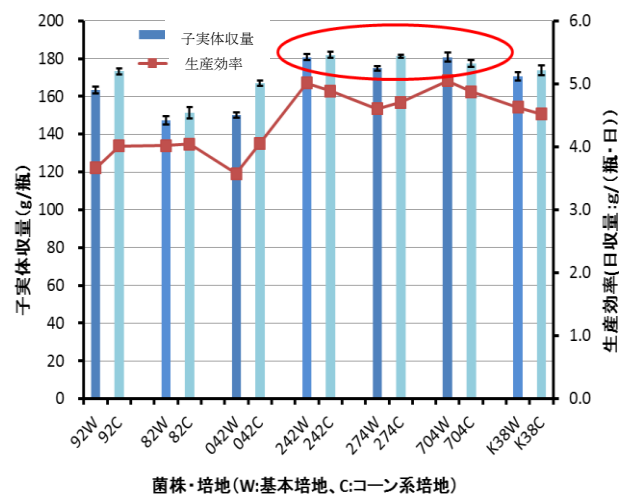
研究の内容

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、ヌメリスギタケ等の野生菌株の 1 次選抜を行い、ユキノシタ、コムラサキシメジ、ヌメリスギタケモドキは収量性が優れているもの、ムキタケは苦味が少なく子実体が大型の菌株を選抜した。

24 年度の結果は下記のとおりである。

(1) キノコの迅速な育種法による菌株の作出

ユキノシタについて 23 年度の交配株のうち、栽培期間が短く比較的収量が多かった 2 菌株から胞子を収集し、実用品種の 1 核菌糸と掛け合わせ、新たに



第 1 図 ユキノシタの選抜試験結果 (平均値±標準誤差)
(赤丸 3 株を選抜 92 と 82 は親株)

に 74 株の菌株を分離した。

(2) 野生菌株および交配菌株の選抜

ユキノシタは(1)で作出した菌株と 23 年度選抜の菌株から 2～4 次選抜を行い、形態、収量および栽培期間の短い 3 菌株を選抜した(第 1 図)。コムラサキシメジは 2～3 次選抜を行い、収量性に優れ傘色が濃紫色の 2 菌株を選抜した。また、ムキタケは 23 年度に見出した大型菌傘タイプの選抜株(第 2 図)の袋栽培を行い、実用株と同等であることから、実用菌株として利用できる可能性が示唆された。

(3) 選抜株の食味および機能性評価

エタノール抽出エキスのチロシナーゼ阻害活性についてはユキノシタおよびムキタケがタモギタケの 2 倍以上の活性を有していた。また、強力な抗酸化力を有するエルゴチオネインの含量を評価し、タモギタケ、トキヒロヒラタケ等ヒラタケ属のキノコに多いことを確認した。

まとめ

24 年度は、ユキノシタ、コムラサキシメジの優良菌株をそれぞれ 3 および 2 菌株選抜し、ムキタケの優良菌株についても培養特性を明らかにした。また、チロシナーゼ阻害活性、エルゴチオネイン含量を評価し、供試したキノコの機能性の一部を明らかにした。

25 年度はユキノシタ、コムラサキシメジの最終選抜を行い、実用化見込みの高いものについては品種登録に向けたデータ収集を行う。また、供試したキノコの機能性および食味の特徴を把握し、それらの特徴を整理する予定である。



第 2 図 ムキタケの発生の様子

(左：実用株、右：新株 (菌傘大型タイプ))

Ⅲ. 4. 6 地域資源の活用にも有効な新ブナシメジの開発

平成 24 年～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で有望な菌株を見出した。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の可能性を追求することとし、道産針葉樹(トドマツ)の栽培適性向上、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

(1) 菌株の作出

23 年度の共同研究で得られた有望な育種素材 3 菌株(実用品種「マーブレ 219」を含む)をベースとして、約 300 菌株を作出した。

(2) ラボスケールでの栽培特性評価

トドマツおよびカラマツのおが粉を用いた培地により、200 菌株以上の栽培試験を行った。トドマツで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(第 1 図)。(3)の品質特性を考慮して、2 次選抜に供する菌株を選抜した。

(3) ラボスケールでの品質特性評価

栽培試験で得られた子実体の形質評価では、まず

始めに形状や肉質を主に評価した。(2)で高収量だった菌株のうち、肉質に弾力性のあるタイプ、もろいタイプがあることから、継続した品質特性評価が必要と考えられた。肉質・食感と食物繊維に関連性が示唆されることから、子実体に含まれる食物繊維指標としてグルカンを分析した。部位別に評価した結果、充実した肉質を持つ柄部のグルカン含有率が高かった。

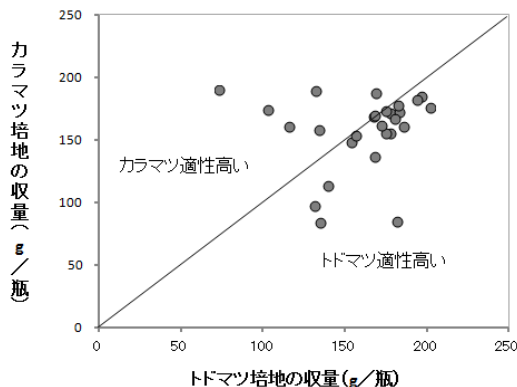
(4) 実生産施設での栽培特性評価

(1) 中の有望育種素材に近似した 4 菌株の栽培試験を行った。菌株 46B の収量および収穫時期の均一性が高かった(第 2 図)。得られた子実体を包装し、保管試験を行った結果、鮮度保持に特に問題は生じなかった。

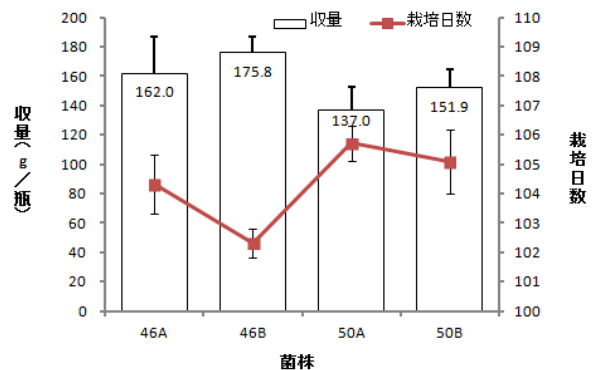
まとめ

23 年度までに得られた有望な育種素材から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、トドマツで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。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 年度は引き続きラボスケールおよび実生産施設での栽培特性評価を行うとともに、開発目標の視点を重視して、品質評価を行う。



第 1 図 ラボスケールで選抜した菌株の子実体収量が粉にトドマツとカラマツを使用した。



第 2 図 実生産施設で得られた栽培試験結果 平均値±SD, 80 日培養後に菌かきした。