

### 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

道産広葉樹材業界は、天然林資源の減少、国際原木市場の不安定さから、常に原料不足が危惧されている。このため、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広葉樹の造林が行われていた。しかし、施業方針が定まらず放置されている林分が多く、また、利用上必要となる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とする。

#### 研究の内容

道内で成立している用材目的の広葉樹人工林の樹種は、ヤチダモ、ウダイカンバが主である。

平成 22 年度は、既存の人工林産ヤチダモの材質を調べ、天然林産と比較した。

道有林空知管理区 239 林班（芦別市所在）の 75 年生ヤチダモ造林地（1935 年植栽、平均樹高 19m、平均胸高直径 26cm）より、胸高直径を基準として、林分内で成長が平均的なもの(中)、旺盛なもの(大)、および、やや小さいもの(小)の供試木、計 5 本（第 1 表）を選定した。供試木は伐採後 2m に玉切り、原木 24 本、および、高さ方向 2m ごとに円板試料を得た。これの年輪幅を測定し、成長経過について調査した。

第 1 表 供試木の概要

No.	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	区分	備考
462	20.0	28	中	
463	20.9	40	大	幹分れ
464	23.1	46	大	
465	22.2	25	中	幹分れ
466	17.5	22	小	
平均	20.7	31		

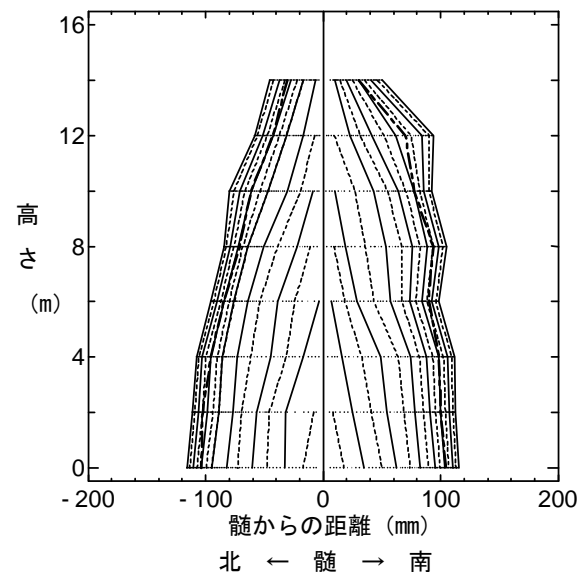
樹幹解析による樹幹縦断面図の一例を第 1 図に示す。初期の肥大成長が良く、概ね 40～50 年目から急激に年輪幅が狭まる傾向は、5 本の供試木全てに共通していた。天然木では、初期の肥大成長は遅く、また、全体的に年輪幅も狭いことが多いのに対し、このような肥大成長の経過は、人工林では針葉樹でも一般的な傾向であり、人工林の特徴と言える。

ヤチダモなどの環孔材では、年輪幅が材密度、収縮率、強度に大きく影響することから、これらの原木から得られた製材が、どのような材質を示すか、23 年度以降確認する予定である。

#### まとめ

空知管内のヤチダモ人工林から供試木を伐採し、成長経過の調査を行った結果、天然木に比べ、初期の直径成長が旺盛であることが分かった。

23～24 年度は、道内他地域のヤチダモ人工林材を入手し、材質試験を実施するとともに、ウダイカンバ人工林材についても同様の調査を行う予定である。



第 1 図 樹幹縦断面図の一例 (供試木 No. 462)

点線は樹皮側から 5 年輪、実線は 10 年輪ごとの年輪界を示す。

### Ⅲ. 1. 5 道内カラマツ資源の循環利用促進のための林業システムの開発

平成 19～22 年度 公募型研究

生産技術 G, バイオマス G, マテリアル G, 普及調整 G

道総研林業試験場, 森林総合研究所北海道支所 (主管), 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

道内のカラマツ人工林資源の付加価値向上と建築用材としての需要拡大を目的として、施業の違いが材質に及ぼす影響の評価、材質を指標とした優良家系の選抜、立木・原木段階での強度把握による利用適性評価等を行った。これらを基に、要求性能に応じた最適な原木供給を行うことで、製品歩留まりの向上と強度的優位性が確保される効率的利用モデルの提案を行った。

#### 研究の内容

平成 19～21 年度は、カラマツ人工林における間伐施業による材のヤング係数・密度の増加を明らかにした。また、強度・幹曲がりを考慮した優良家系選抜により、建築用材に適した家系を明らかにした。さらに、ヤング係数に基づいて原木を選別し、得られるラミナの強度等級をコントロールすることで、効率的な集成材製造が可能であることを示した。

##### (1) カラマツ資源の効率的利用モデルの提案

集成材製造においては、外層に用いる高い強度のラミナを所定の割合で確保できるかどうかが生産効率に大きく影響する。そこで、原木段階での強度選別によるラミナの強度向上が、集成材の製造経費に与える影響を検証した。

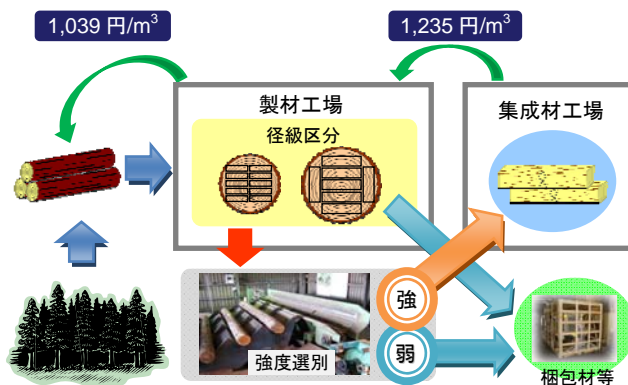
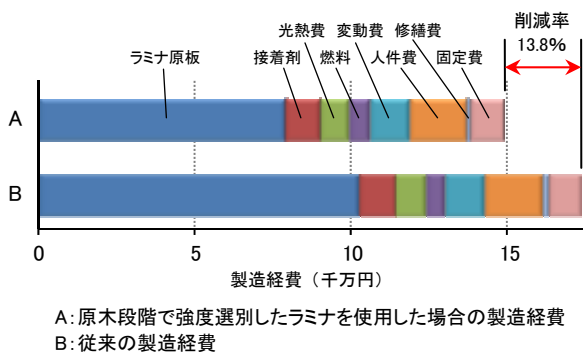
外層用の強度が必要なラミナと内層用のラミナの比率を 34 : 66 とし、L110 以上のラミナの出現割合を、道内 3 地域の民有林カラマツ原木 180 本の調査結果に基づいて、強度選別なしでは 26%、ヤング係

数 10GPa 以上の原木を選別した場合には 40% と仮定してシミュレーションした結果、集成材工場で強度の高いラミナを選択的に購入できれば、製造経費の 58.9% を占める原材料費を 23.3% 削減することが可能となり、これによる製造経費削減率は 13.8% と試算された (第 1 図)。

この製造経費削減効果をラミナ及び原木価格の引上げ可能額として示すため、各条件の粗利を試算したところ、強度選別した場合、集成材工場で 2.4% の粗利向上がみられ、ラミナベースに換算すると 1,235 円/m<sup>3</sup> がラミナの引上げ可能額となった。さらに、ラミナの製品価格に強度選別の掛かり増し経費と集成材工場における引上げ可能額を上乘せして試算したところ、製材工場での粗利は 2.8% 向上して 19.7% となり、ラミナの生産量と製品歩留りから原木ベースに換算すると 1,039 円/m<sup>3</sup> が原木の引上げ可能額となった (第 2 図)。

#### まとめ

カラマツの強度的優位性を生かした効率的利用モデルとして、高強度原木を選別することによる集成材生産効率の向上効果を、具体的な原木価格の引上げ可能額として示した。今後、このような利用モデルを実現するためには、原木の情報伝達システムや市場動向と製品構成のマッチング、需給情報と在庫量をリアルタイムに把握するシステムなどの検討が必要であり、別課題の中で取り組みを進めている。



第 1 図 原木の強度選別による集成材工場の製造経費の変化 第 2 図 原木の強度選別による原木価格引上げ可能額の試算結果

### Ⅲ. 2.1 防腐剤 (CCA) 処理木材の自動判別方法および有効利用に関する研究

平成 20~22 年度 公募型研究

普及調整 G, 生産技術 G, バイオマス G

道総研工業試験場 (主管), 道総研環境科学研究センター, 北海道大学

#### はじめに

クロムやヒ素を含む CCA 処理木材の不適切な処理は環境汚染を引き起こしかねない。本研究では、瞬時に高感度元素分析が可能な LIBS 法を用いて CCA 処理木材を判別できる装置の検討を行うとともに、分別した CCA 処理木材の資源化を目的としている。林産試験場では、CCA 処理木材の選別状況の調査、現場測定技術の開発およびその再資源化を担当した。

#### 研究の内容

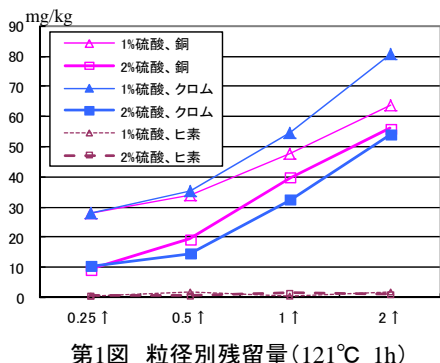
平成 20, 21 年度は CCA 処理木材選別の現状調査と、希硫酸常温 (30℃) 処理による CCA 成分溶出および効率的な CCA 成分の溶出方法を求めるため酸やアルカリによる蒸煮 (121℃) 処理を検討した。その結果、常温処理で銅とヒ素は比較的容易に溶出するが、最も溶出性が良い 45% 硫酸 24 時間処理であってもクロムは 9.2% 残留していた。蒸煮では希硫酸が CCA 成分を最も効果的に溶出させることが分かった。

22 年度は希硫酸を用いた蒸煮について、木粉粒径の影響と硫酸濃度、温度、処理時間による溶出性の検討を行った。実験にはトドマツ CCA 処理土台の注入されている部分を粉碎し、ふるい分けした 0.25mm オン, 0.5mm オン, 1mm オン, 2mm オン (以降それぞれ 0.25 ↑, 0.5 ↑, 1 ↑, 2 ↑) を用いた。

#### (1) 粒径の影響

0.5 ↑, 1 ↑, 2 ↑ を用い、21 年度の 0.25 ↑ 同様、CCA 木粉に希硫酸を添加し、121℃, 1 時間処理後、ろ過、洗浄・全乾して重量減少率を求めた。さらに、残木粉を酸化分解し、原子吸光光度計により、CCA 成分の残存

量を測定した。粒径別 CCA 残留量を第 1 図に示す。ヒ素については粒径の差は認められな



かったが、銅とクロムは常温と同様に粒径が大きくなるほど残留量が多い結果となった。また、硫酸濃度を上げることで、残留量が減ることが分かった。

#### (2) 蒸煮処理条件の検討

(1) と同様に 0.25 ↑ に、希硫酸を加え 107℃ で 1 または 1.5 時間処理を行った後、ろ液の容量を測定した。さらに、同濃度の硫酸で洗浄を繰り返し、各ろ液の CCA 成分量を分析し、その値から、CCA 除去率を推定した。また (1) 同様に残木粉の重量減少率を測定した。第 1 表に結果を示す。銅については、銅は 107℃・1 時間でもほぼ全量除去することができたと考えられる。ヒ素は、107℃・1 時間でも硫酸濃度を高くすることで、ほぼ全量除去できると推測される。一方、クロムについては 1 時間では残留しているが、硫酸濃度や時間の延長で全量近く除去できると考えられる。重量減少は、硫酸濃度と時間とともに増える傾向にあるが、21 年度の 121℃ の値よりも低い結果となった。この重量減少はヘミセルロースの溶出と考えられ、処理条件の決定はヘミセルロースの用途をどうするかによって決めるべきで、フルフラールなどとして CCA 成分とともに全量溶出させるのが望ましいと考える。

#### まとめ

CCA 木材の有効利用法として、CCA 成分の除去を検討した結果、細かく粉碎し、希硫酸で蒸煮することで除去できることが分かった。107℃ でも CCA 成分の溶出も可能だが、ヘミセルロースはフルフラールなどとして CCA 成分と同時に溶出させるのが良いと考えると、121℃ などの強い条件が適している。

第 1 表 107℃ 処理による重量減少と CCA 成分の除去率

硫酸濃度	重量減少率	除去率 (%: ろ液ベース)			
		銅	クロム	ヒ素	
107℃ 1時間	0.5	9.1	103.0	90.9	92.9 %
	1	12.9	104.1	95.4	96.9
	2	16.1	104.5	95.9	96.6
	3	17.4	104.3	96.5	97.9
107℃ 1.5時間	4	18.9	103.7	96.2	100.0
	0.5	9.8	104.6	97.6	
	1	13.3	105.5	100.5	
	2	16.8	104.1	100.0	
	3	18.4	105.5	99.3	
	4	19.5	106.5	101.3	

## Ⅲ. 2. 2 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 m<sup>3</sup> 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, 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アンモニアの揮散抑制・固定のための技術開発が急務である。本研究で目的とするアンモニア揮散抑制技術, 木質熱処理物の利用技術の開発は, バイオガスの利用促進を図るだけでなく, 地球温暖化防止等の観点からも極めて重要である。そこで, 吸着効果を有する木質熱処理物の現場での適用を想定した利用技術の開発, および, 現場処理に適した木質熱処理物の製造条件を検討する。

### 研究の内容

#### (1) 消化液の農地散布時におけるアンモニア揮散抑制に関する検討

平成 21 年度は木質熱処理物の消化液散布時の利用技術, 土壌改良効果について, 22 年度は土壌改良効果を中心に検討した。木質熱処理物施用 1 年目の経過観察として土壌分析試験を行った結果, 団粒構造の形成の促進, 水はけ, 水持ち, 保肥力の改善に関する効果が示された。施用法として, あえて混合等の工程を加える必要はなく, 先に木質熱処理物を牧草地に施用した後, 消化液を散布することが土壌物理性, 化学性の改善に有効であることが示された。

#### (2) 消化液の農地散布時等の利用に適した木質熱処理物製造技術の検討

21 年度は, アンモニア揮散抑制に好適な木質熱処理物の性質, 製造条件を検討し, 主に気相での吸着特性, 揮散抑制効果等に関する知見を得た。また, 木質熱処理物の水浸せき試験により, 原料の性状, 熱処理条件と水分吸収性, 液面での滞留等との関係に関する知見を得た。22 年度は, 樹種および製造条件と液相におけるアンモニア吸着挙動との関係について検討した。その結果, カラマツ材及びトドマツ

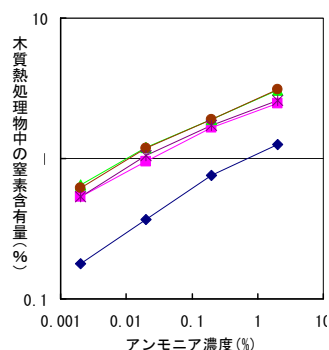
材熱処理物とも高い吸着性能を有することを確認した (第 1 図)。

次に木質熱処理物製造条件の検討として, 実用生産に好適と考えられる熱処理時間と熱処理物の特性評価に関する試験を行い, 熱処理条件と酸性官能基, アンモニア吸着能との関係について知見を得た。

消化液貯留時の利用を想定して, 木質熱処理物の消化液中での密度変化測定試験を行った。その結果, カラマツ材, トドマツ材とも粒径が大きいほど水分吸収性が低下し, より長時間液面上に滞留する (第 2 図) ことなど, 熱処理条件, 浸せき時間と消化液吸収性との関係を把握した。また, 小型容器において, トドマツ材, カラマツ材チップ熱処理物の消化液液面でのアンモニア揮散抑制効果について試験した結果, 両樹種とも液面に 2 ヶ月間滞留するとともに, 対照と比べ, アンモニア濃度が低下し, 揮散が抑制されることが示された。

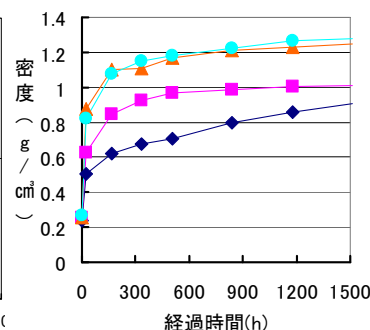
### まとめ

22 年度は, 木質熱処理物施用による土壌改良効果, 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, 木質熱処理物の土壌への施用効果等について検討する予定である。



第1図 木質チップ熱処理物のアンモニア吸着試験結果の一例(トドマツ材、液相)

凡例: ◆ 250°C □ 300°C  
▲ 325°C ● 350°C  
\* 400°C



第2図 トドマツ材チップ熱処理物の消化液中での水分吸収性試験結果の一例

凡例: ◆ トドマツ16mm on □ トドマツ8mm on  
▲ トドマツ4mm on ● トドマツ2mm on

### Ⅲ. 2.3 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

木材とプラスチックを混練成形した材料 (以下, 混練型 WPC) は, 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。

しかし現状の技術では, ①木材含有率が高くなると成形加工性, 耐久性, 寸法安定性などの材料性能の低下が大きい, ②そのため現行製品はプラスチックの含有比率が高く, 木質感が少なくなると共に, 木材としての分別リユース・リサイクル性にも制限が生じるなど, 木質材料として普及・展開していくためには改善すべき課題がある。

そこで本課題では, 必要な成形加工性や材料性能を維持しつつ木材含有率を高めた混練型 WPC の複合成形技術について検討を行った。

#### 研究の内容

平成 22 年度は, 木材含有率を高めた複合成形化の検討と, 得られた成形体の材料性能試験を行った。

##### (1) 木材含有率を高めた複合成形化の検討

原料木粉としては無処理木粉のほか, 耐久性や寸法安定性の改善を目的に, 化学的な改質処理としてアセチル化を施したものを使用した。原料プラスチックには, 天然系のもので CA (酢酸セルロース) を用い, 比較として, 既存の混練型 WPC に使用される 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 (マレイン酸変性 PP) や TEC (クエン酸トリエチル) を適宜添加した。各原料はミキサーでドライブレンドした後, 成形試験に用いた。

成形は, 金型を用いた熱圧縮成形により行った。プラスチックをブレンドしない木粉単独での成形と, 木粉とプラスチックを 80:20 (w/w) でブレンドした条件を検討した。

成形体の外観・質感は, 無処理木粉を単独で成形した場合はファイバーボード状となり, アセチル化木粉ではファイバーボードとプラスチックの中間的

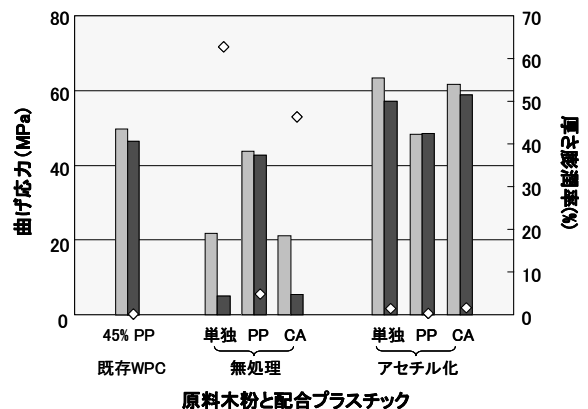
なものとなった。CA とブレンドした場合は木粉の単独成形と同様であったが, PP とのブレンドでは, よりプラスチックに近くなった。このような成形体の外観・質感の違いは, 原料木粉およびプラスチックの熱物性によるものと考えられた。

##### (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, 曲げ強度試験 (JIS K7171) と吸水試験 (JIS A5905) 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 1 図に示す。PP とのブレンドでは, 原料木粉の種類に関わらず曲げ応力, 耐水性とも安定した性能を示した。CA は, 木粉単独とほぼ同じ値を示した。これは, 木粉, CA, 相溶化剤の三者のブレンドが十分ではなかったためと考えられる。アセチル化木粉を原料とした成形体は, プラスチックとのブレンド, 単独の場合とも曲げ応力, 耐水性の両者において高い性能を示した。

#### まとめ

木粉と種々のプラスチックとの複合成形化を検討し, 得られた成形体について性能試験を行った。アセチル化木粉を原料とすることで, 木材含有比率を高めつつ強度や耐水性に優れた混練型 WPC を製造できる可能性が示された。また, 木粉単独での成形化も可能であることがわかった。



第 1 図 複合成形体の曲げ応力と吸水時の厚さ膨潤率  
凡例: ■:曲げ応力(気乾時), ■:曲げ応力(24hr吸水後)  
◇:厚さ膨潤率

### Ⅲ. 2. 4 改質木材を利用した育苗培土の開発

平成 20～22 年度 重点研究

バイオマス G, 微生物 G, 道総研花・野菜技術センター, 道総研林業試験場, 北海道大学, 民間企業 1 社

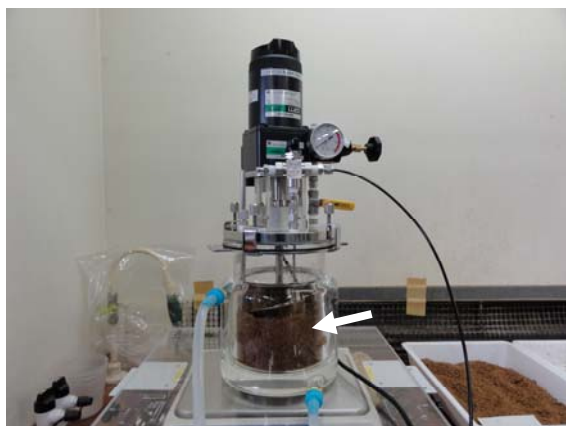
#### はじめに

農作や園芸作で利用する育苗培土には、保水性、保肥性に優れたピートモス（水ごけ）や広葉樹パルクなどの有機質資材の配合が不可欠である。近年、これらの有機質資材の資源枯渇や環境保全による採取規制にともなう供給不足や品質低下が懸念されており、新たな有機質資材の確保が求められている。林産試験場では木材粉碎物（木粉）をアンモニア気相吸着処理して得られる改質木材を緑化資材として利用する技術を開発しており（特開 2007-252355）、本研究では育苗培土への応用を行った。

#### 研究の内容

##### (1) 育苗培土の有機質資材として適合する木粉の改質条件の検討

改質木材の効率的な製造条件を確立する目的で、かく拌機能を備えた密閉型の木材改質装置（第 1 図）を試作し、装置内に充填した木粉にアンモニアガスを直接導入して気相吸着させた結果、木材中の窒素含有率を迅速に向上できることが明らかとなった。本装置を用いて、処理温度、木材水分率、木材粒度、樹種などを検討し、良好な処理条件を明らかにした。これらの検討項目のうち、木材水分率の木材改質におよぼす寄与が最も大きく、アンモニアは木材中の水を介することにより効率的に木材に吸着されるこ



第 1 図 木材改質装置

(矢印部分：調製中の改質木材)

とが示された。

##### (2) 栽培試験による育苗培土の配合条件の検討

改質木材を配合した育苗培土(改質木材配合培土)を用いた、野菜、花き、緑化樹の育苗試験（第 2 図）を通じて、改質木材配合培土の良好な配合条件を明らかにした。野菜と花きの一部の品目について収穫試験まで行った結果、市販培土と比較して改質木材配合培土は同等の性能が示された。

##### (3) 窒素動態および根圏微生物相の解析による育苗培土の配合条件の検討

安定同位体  $^{15}\text{N}$  でラベルした改質木材配合培土を用いた育苗試験の結果、植物は改質木材に吸着させたアンモニア由来の窒素を利用していることを明らかにした。また、改質木材配合培土における育苗には、根圏および非根圏における微生物の多様性および活性が影響している可能性が示された。

##### (4) 育苗培土の製造プロセス条件および品質管理の検討

中規模の配合装置（容量 300L）を用いて、改質木材配合培土は混合性が良好であることを確認した。また、改質木材配合培土の土壌化学性の安定には、室温以下の保管が有効であることが示された。

#### まとめ

育苗培土の有機質資材として適合する木粉の改質条件を明らかにするとともに、改質木材配合培土を開発した。今後は、本研究結果の実用化に向け、改質木材配合培土の製造プロセスについて、関連企業に対して普及を行う。



第 2 図 トマトの育苗試験の状況

(左端は市販培土, その他は改質木材配合培土)

### Ⅲ. 2. 5 木質炭素材料の化学構造解析と電磁波シールド性能に及ぼす影響の評価

平成 22 年度 公募型研究  
バイオマス G, 京都大学

#### はじめに

木炭などの木質炭素材料は、炭化条件や炭化方法あるいは金属塩添加によりさまざまな物性の制御が可能である。本研究では、炭化方法の相違や金属塩添加の有無および添加量など、種々の調製条件のもとで得られる木質炭素材料の化学結合状態の変化や黒鉛化挙動などを解明することを目的とした。

#### 研究の内容

平成 21 年度は、金属塩の種類相違などが木質炭素材料の黒鉛化に与える影響を検討し、硝酸鉄の効果が高いことを明らかにした。

22 年度は金属塩添加量を増やした場合の効果を検討した。

金属塩はトドマツ木炭あるいはトドマツ木粉に硝酸塩水溶液を含浸させることにより添加した。用いた硝酸塩水溶液は硝酸鉄水溶液および硝酸アルミニウム水溶液で、水溶液の濃度を 10% および 20% とした。各水溶液含浸後、105℃の乾燥機中で 24 時間乾燥し、その後、電気炉による熱処理と放電焼結法による焼結を行い、木質炭素材料を調製した。電気炉の場合は窒素雰囲気中において 1000℃で熱処理し、放電焼結法の場合は真空雰囲気中で焼結を行い、焼結温度は 800℃あるいは 1000℃とした。

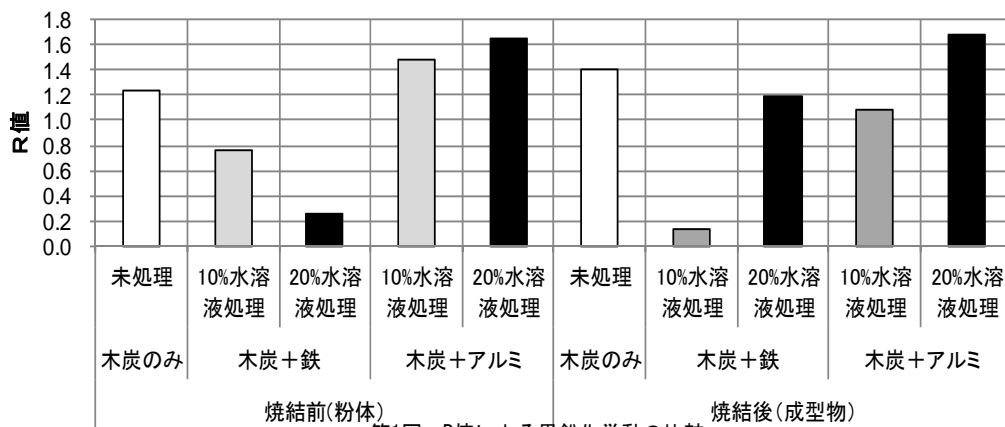
木質炭素材料の黒鉛化の評価は、顕微ラマン分光法で得られる R 値を指標として行った。なお、R 値が小さいほど黒鉛化が進行していると考えられる。

第 1 図に種々の処理条件における木質炭素材料の R 値を示した。硝酸鉄を用いた方が硝酸アルミニウムを用いた場合に比べ R 値が小さく、硝酸鉄を用いた方が黒鉛化の促進が確認された。処理濃度 20% では、処理濃度 10% と比較して、硝酸鉄を用いた一部の試料以外では、木質炭素材料の R 値の低下は見られなかった。この結果から、黒鉛化の促進に処理濃度の増加が必ずしも有効ではないことが示された。また、10%硝酸鉄水溶液を含浸し調製した焼結物は、R 値が天然黒鉛と同等であり、最も黒鉛化が進んだ木質炭素材料が得られた。このことから、黒鉛化には放電焼結法と硝酸鉄添加の併用が効果的であると考えられる。

木質炭素材料の化学結合状態の変化を X 線光電子分光法 (XPS) により得られるスペクトルのピーク解析により明らかにした。その結果、金属塩添加を行った場合、導入した鉄やアルミニウムは酸素と結合している割合が大きいが、炭素との間の化学結合に由来するピークも確認され、これが黒鉛化の触媒として作用したと考えられる。この傾向は金属塩の添加量との間には関係は見られなかった。

#### まとめ

放電焼結法と金属塩添加により黒鉛化が進んだ木質炭素材料の製造条件を見出せたので、今後は、これらの木質炭素材料を用いてシールド材料の製造および性能評価を行う予定である。



第1図 R値による黒鉛化挙動の比較

### Ⅲ. 3.1 住宅におけるペレット暖房システムに関する研究

平成 20～22 年度 一般共同研究

居住環境 G, 製品開発 G, バイオマス G, 微生物 G, (株) イワクラ

#### はじめに

現在、化石燃料の代替エネルギーの一つとして木質バイオマスへの期待が高まっている。本研究では、石油やガス・電気などによる暖房機器と同等な利便性を持たせることにより、ペレットストーブを主暖房とする住宅の普及促進を目指し、ペレットの貯蔵および自動供給システムの開発を行った。

#### 研究の内容

平成 21 度は、2×4 工法による木造貯蔵サイロ (以下サイロとする) の試作と内部温熱環境の把握、開発要件に沿ったペレット搬送システムの設計・試作、およびシステムでペレットを搬送した時の性状変化の調査を行った。さらに、ペレットストーブ利用者へのアンケートによる導入の動機や使用状況の調査、ペレットストーブを主暖房とした住宅の温熱環境測定を実施した。22 年度は、サイロの試作で得られた問題点を改善した 2 次試作、ペレット搬送の自動化と燃焼時の安全性の確認などを行った。

#### (1) 木造貯蔵サイロの試作

21 年度のサイロの試作において、サイロ内部は結露の問題はなく、雨水の外部からの浸入による防水対策が重要であることが分かった。そこで、22 年度はサイロの本体構造を軸組工法とし、施工性の向上を図るとともに、隙間が生じないように面材の取り付け方を工夫した。サイロの大きさは、1,350×1,350×高さ 2,400mm であり、トラックによる輸送を考慮し、上部構造 (木製) と下部構造 (鋼製) に

分割して製作した (第 1 図)。サイロを木造とすることで、設置位置や住宅に合わせて自由な形状で製作でき、住宅と同じ外装仕上げとすることも可能である。これらは、木造ゆえの大きなメリットと考える。

#### (2) 搬送システムおよびアタッチメントの検討

システムの搬送性能や施工性の向上を検討するため、内径や材質が異なるホースでペレットを搬送し、その状況を観察した。その結果、ホース肉厚の違いによる断面の扁平、内部性状の微妙な違いにより圧力損失が変わり、同じ内径であっても搬送性能に違いが生じることが分かった。ペレット搬送の自動化では、安価なマイクロスイッチを利用した残量検知装置では動作不良が解消できないことから、光電スイッチに変更し、適切な動作を得ることができた。

また、燃焼への影響については、北海道型ペレットストーブを用いて点火から安定燃焼へ移行するまでの様子を観察し、問題がないことを確認した。他メーカーのペレットストーブに本搬送システムを採用する場合は、事前に燃焼への影響や安全性について検証することが必要である。

#### まとめ

サイロについては防水性能の改善、搬送システムでは使用する上で適切なホースの把握、搬送の自動化と安全性の確認をすることができた。

これらの研究成果を基に、共同研究先でデモンストレーション機 (第 2 図) の試験運用を開始しており、実用化へ大きく近づいたと考えられる。



第 1 図 木造貯蔵サイロ



第 2 図 デモンストレーション機





### Ⅲ. 3.2 木質系バイオマスからのエタノール等生産実証調査

平成 22 年度 一般共同研究

利用部長, マテリアル G, 微生物 G, バイオマス G, 製品開発 G  
日本データサービス (株), 中国精油 (株), (財) 十勝圏振興機構

#### はじめに

近年, CO<sub>2</sub> 排出量の削減を主な目的として再生可能な持続的資源であるバイオマスを原料とするバイオエタノール生産が拡大している。その中で, 食糧と競合しない資源作物の利用が重要になっており, 北海道開発局においても北海道の地域資源であるヤナギを有効活用するための調査事業を実施している。この事業の一環として, ヤナギを原料とするバイオエタノールの生産実験, バイオエタノール製造プラントの概略設計, バイオエタノール生産工程の検討および E3 ガソリン (バイオエタノールを 3% 混合したガソリン) の試験生産と車両走行を行った。

#### 研究の内容

##### (1) バイオエタノール生産実験

ヤナギは, 粉碎後に高温水蒸気で処理 (蒸煮処理) し, 次いで蒸煮物の温水処理, 糖化液の活性炭処理または発酵用酵母の菌体量を高めた発酵操作などを行うことにより良好にエタノールに変換された。

蒸煮物の糖化発酵プロセスとして, 糖化と発酵とを別々に行うバッチ式糖化発酵と同時に進行する並行複発酵の生産性を比較した結果, 並行複発酵が有利であることが示された。

ヤナギ蒸煮物の温水処理により, 抽出液中に付加価値の高いキシロオリゴ糖が 11% 程度の収率で得られた。このキシロオリゴ糖液は, 活性炭やオゾンを用いた処理で脱色可能であった。

50L 反応槽によるバイオエタノール生産実験を通じて, 並行複発酵を安定的に実施する条件を得た。このときの生産性は, 生成エタノール濃度 3.1%, 原料ヤナギ重量に対するエタノール収率 16% であった。

##### (2) 実用規模エタノールプラントの概略設計

かさ高いバイオマスの長距離輸送はエネルギーを消費し, エネルギー収支比を低下させる要因となる。そこで, 小規模地域分散型生産システムを前提とし, 200ha のヤナギ栽培地から 2,000t/年のヤナギを収

穫し, バイオエタノール 405kL/年と高付加価値副産物としてのキシロオリゴ糖 220t/年を共製造するプラントを設計した。

##### (3) バイオエタノール生産工程の検討

プラントの熱源として木質バイオマスボイラーを使用した場合, エネルギー収支比は 1.5~2.2 と 1 を上回るとともに, GHG (CO<sub>2</sub>, メタンなど温室効果をもたらす気体の総称) 排出量はガソリンの GHG 排出量より小さくなり, 地球温暖化の抑制策として有効である可能性が示された。

##### (4) E3 ガソリンの試験生産と車両走行

ヤナギを原料とするバイオエタノールから試験生産した E3 ガソリンで車両走行 (第 1 図) を行い, 通常燃料と同様に使用可能であることを確認した。

#### まとめ

バイオマス資源として栽培されたヤナギをバイオエタノールに変換するための諸条件を明らかにした。併せて, キシロオリゴ糖を共製造する地産地消型小規模エタノール製造モデルプラントを設計し, エネルギー収支比および GHG 排出量の環境的側面からは, バイオエタノールを製造する意義が高いことを明らかにした。

今後は, 本研究を含めたバイオエタノールの実用化に向け, 酵素糖化の効率向上等についてさらに取り組む予定である。



第 1 図 E3 車および E3 ガソリンの給油

### Ⅲ. 3. 6 廃棄物系バイオマスを利用した固形化燃料に関する研究

平成 20～22 年度 経常研究  
バイオマス G

#### はじめに

家庭用燃料として注目されている木質ペレット燃料は、産業用燃料としては価格が高い。そのため、農産残さ等の安価な廃棄物系バイオマスをペレット燃料等の固形化燃料の原料として活用するための研究開発が、ペレット燃料生産者等から望まれている。

本研究では、地域で発生する廃棄物系バイオマスを地域の産業用燃料として活用することを目的として、その安全性や発生実態を明らかにし、ペレット燃料として使用するための技術開発を行った。

#### 研究の内容

平成 20 年度は、農産残さ等の発生実態を明らかにするとともに、農産残さを原料とするペレット燃料（以下、農産残さペレット燃料と記す）を試作した。21 年度は、木質原料に農産残さを混合したペレット燃料（以下、混合ペレット燃料と記す）を試作し、農産残さを混合することにより、成形性が向上すること等を明らかにした。22 年度は実用化に向け、引き続き製造条件を検討するとともに、既存燃焼機器による燃焼試験を行った。

#### 1) 廃棄物系バイオマス固形化燃料の製造技術の確立

トドマツを原料とした木質ペレット燃料と稲わら・タマネギ鬼皮・タマネギ茎葉を原料とする農産残さペレット燃料、及びそれらを重量比で 1 対 1 の割合で混合した混合ペレット燃料を、ディスクダイ型ペレット製造装置を用いて試作し、総発熱量及び工業分析値を測定した（第 1 表）。

農産残さペレット燃料及び混合ペレット燃料は灰分が高く、また発熱量が低く、木質ペレット燃料より燃料としての性能は劣っていた。タマネギ（鬼皮、茎葉）の灰分が高い（29.4%、30.6%）のは土砂の混入によるものと考えられる。

なお、農産残さペレット燃料及び混合ペレット燃料については、リングダイ型ペレット製造装置を有する道内ペレット工場で試作し、木質ペレットと同様に製造可能であることを確認した。

#### 2) 既存燃焼機器による燃焼試験

試作したペレット燃料を市販ペレットストーブに供し、燃焼試験を行った。

農産残さペレット燃料は、木質ペレット燃料に比べ、排ガス中の窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）等の濃度が高く、炉内温度等が低い傾向が見られた。従って、排ガスの安全性確保や燃焼性の向上のためには、木質原料との混合等が望ましいと考える。

#### まとめ

南幌町では、稲わらペレット燃料（第 1 図）を製造し、木質ペレット燃料と混合することにより、町内温泉施設のボイラー燃料として実用化した。訓子府町ではタマネギ鬼皮の燃料化を検討している。

農産残さ等の廃棄物系バイオマスは、発生する地域により多種多様であり、また消費者のニーズも多岐にわたる。今後、得られた知見をもとに技術指導等を行い、各地域における農産残さ等の固形化燃料としての活用を促進する。

第 1 表 各種ペレット燃料の総発熱量及び工業分析値

ペレット燃料	総発熱量 [MJ/kg]	工業分析値		
		灰分 [%]	揮発分 [%]	固定炭素 [%]
トドマツ	19.39	0.5	79.6	15.4
稲わら	16.39	13.7	68.8	17.5
タマネギ鬼皮	10.33	29.4	52.7	17.9
〃 茎葉	11.51	30.6	55.1	14.3
稲わら+トドマツ	16.67	9.3	71.3	19.4
鬼皮+トドマツ	14.57	18.1	66.2	15.7
茎葉+トドマツ	15.37	20.8	67.8	11.4



第 1 図 南幌町で製造された稲わらペレット燃料

### Ⅲ. 3. 9 木材成分の溶解に適したイオン液体の開発

平成 21~22 年度 経常研究  
バイオマス G

#### はじめに

地球温暖化や化石資源の枯渇といった問題を背景に、資源的に豊富な木質バイオマスから様々な成品を製造する試みが進められている。

本研究では、木材成分を原料としたバイオリファイナーの実現において最重要課題となっている成分分離技術の開発に向け、木材成分の溶解に適したイオン液体(ILs)の開発を目的とした。なお、ILs は回収・再使用が可能な「低環境負荷溶媒」として注目されており、構成イオンの組み合わせにより、溶解性を様々に変化させることが可能な溶媒である。

#### 研究の内容

平成 21 年度は異なる 5 種類の ILs へのセルロースの溶解度を評価した。その結果、セルロースは ILs-II と III ではほぼ同等の溶解度を示し、次いで ILs-V, IV の順に高く、ILs-I にはほとんど溶解しないことが分かった (第 1 図 A)。

22 年度は各 ILs へのリグニンの溶解度を検討すると共に、それらを混合した ILs 混合物へのセルロースの溶解度を評価した。

80℃における各 ILs へのリグニンの溶解度を評価した結果、ILs-I, II, V, IV, III の順に高いこと

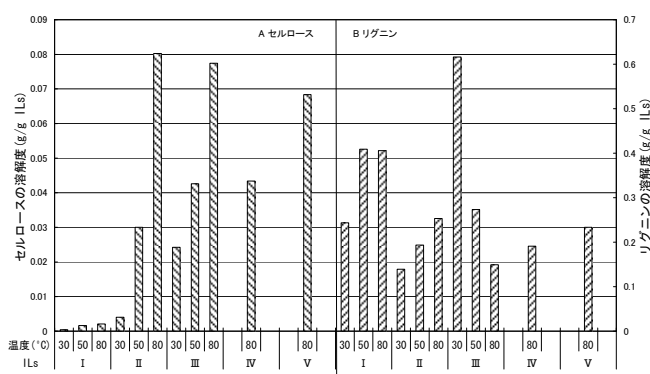
が明らかとなった (第 1 図 B)。

また、ILs-III へのリグニンの溶解度は低い温度において高く、対照的にセルロースのそれは高い温度において高いことが明らかとなった (第 1 図)。このことは、ILs-III を用いることにより、低い温度ではリグニンを、高い温度ではセルロースを選択的に溶解するといった、木材成分を逐次的に抽出できる可能性を示唆している。

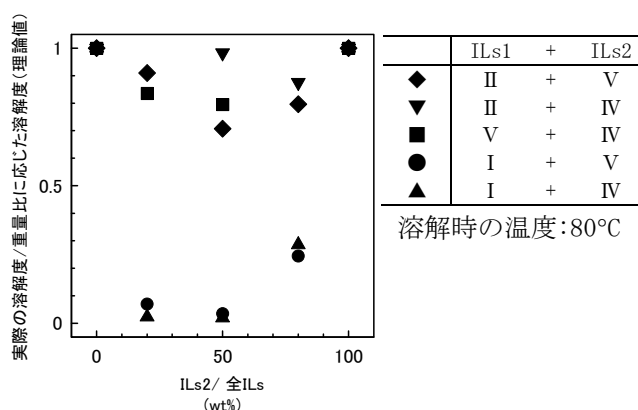
それらの ILs を混合した ILs 混合物へのセルロースの溶解度を評価した (第 2 図)。ほとんどの組み合わせにおいて、混合した ILs の重量比から算出した溶解度 (理論値) よりも低下する傾向にあったものの、ILs-II と IV をそれぞれ等量ずつ混合した ILs 混合物において、セルロースの溶解度がほとんど低下しないことが分かった。

#### まとめ

本研究において、ILs へのセルロースおよびリグニンの溶解度を評価し、ILs を用いた成分分離技術の可能性を見いだした。残された課題としては、溶解時の温度や時間といった条件の検討などがあり、公募型研究を活用し、これらの課題に取り組む予定である。



第 1 図 各 ILs へのセルロースおよびリグニンの溶解度



第 2 図 理論値に対する ILs 混合物へのセルロースの溶解度の比と混合した ILs の重量比の関係

### Ⅲ. 3. 10 木質ペレット品質管理マニュアルの開発

平成 22 年度 一般共同研究  
バイオマス G, 製品開発 G, 北海道木質ペレット推進協議会, 道総研工業試験場, 北海道大学

#### はじめに

経済情勢などにより価格が変動しやすい原油依存からの脱却や地球温暖化抑制対策として、木質ペレットによる化石燃料の代替が注目されている。

しかし、木質ペレットの品質はバラツキが大きく燃焼トラブルを引き起こすこともあり、木質ペレット普及の障害の一つとなっている。需要拡大のためには、小規模な工場でも品質が安定した木質ペレット生産が可能となるような、品質管理手法の開発が不可欠である。

#### 研究の内容

ペレットを燃焼させる上で特に問題となる燃焼性や形状・寸法の均一性について、コーンカロリー計や画像解析法を用いた簡便な評価方法を検討した。また、北海道内で製造された木質ペレットの品質を調査するとともに、木質ペレットの生産・製造にフィードバックできる簡便な品質管理マニュアルを作成した。

#### (1) 簡便な評価方法の確立

難燃性評価に用いられるコーンカロリー計により木質ペレットの燃焼性を評価し、着火性を簡便に評価する方法を確立した。この方法により、密度が高い木質ペレットほど着火時間が長くなり、着火性が劣る傾向があること(第1図)を明らかにした。

また、デジタルカメラやパソコンを活用した画像解析による寸法測定方法(第2図)を検討し、寸法計測の時間短縮を図った。

#### (2) 既存装置を用いた燃焼試験

北海道内のペレット製造施設より提供された木質ペレットを市販燃焼機器に供し燃焼性を評価した。

同一条件で燃焼性を比較したため、試験に供した17試料のうち3試料が、過剰燃焼やクリンカ発生のため燃焼不能となったが、燃焼条件を変更することにより過剰燃焼やクリンカの発生を抑制することは可能であると考えた。また、排ガス中の窒素酸化物等の有害ガスは規制値内であった。

#### (3) 品質管理マニュアルの開発

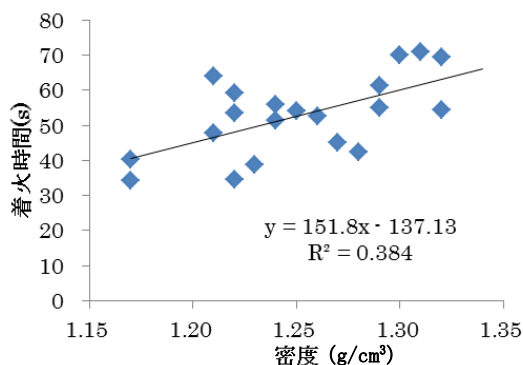
北海道内のペレット製造施設より提供された木質ペレットの品質評価を行い、(財)日本住宅・木材技術センターが作成した「木質ペレット品質規格原案」の品質基準に概ね適合することを明らかにするとともに、簡便な品質管理マニュアルを作成するために品質管理指標を検討した。

着火性と相関がある木質ペレットの密度とかさ密度には高い相関があった。また、発熱量は灰分と相関があり、使用時の含水率により変動する。

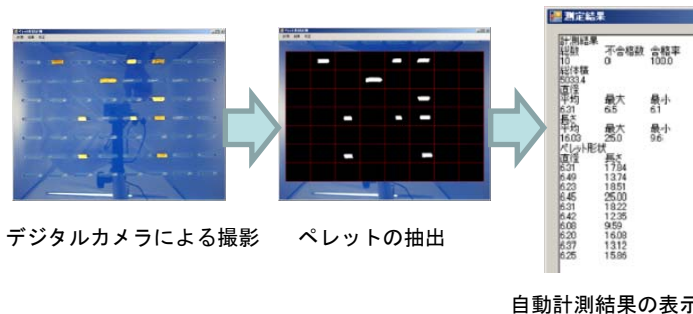
そこで、搬送装置の障害の原因となる寸法の他に、かさ密度、灰分、含水率を品質管理指標とした。

#### まとめ

今後、簡便な品質管理マニュアルを業界に提示することにより、道内産木質ペレットの品質向上を図る。さらに北海道木質ペレット推進協議会による推奨制度を検討し、これらの取組により木質ペレットの信頼性向上と需要拡大を目指す。



第1図 木質ペレットの密度と着火時間の関係



第2図 画像解析による寸法測定方法

### Ⅲ. 3. 11 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 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。今後栽培に向けた動きが拡大すると予想される中、ヤナギ類の栽培技術開発、優良品種開発に求められる期待は大きい。

このうちヤナギ類の優良品種開発においては、これまで生産性(量)に着目した開発が行われてきたが、それに加え、含有成分(質)に着目した開発の可能性についても検討が必要となってきた。

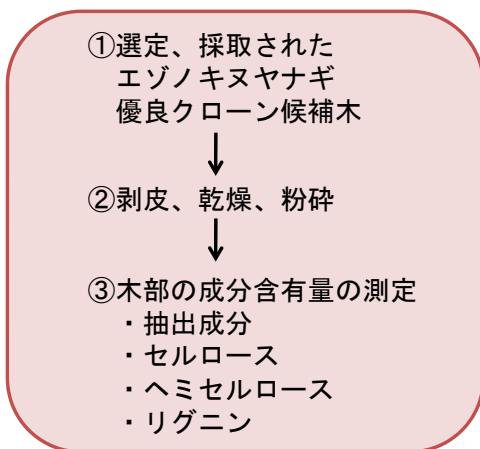
以上のことから本研究では、生産性に優れたエゾノキヌヤナギを対象に、優良クローン候補木の成分含有量を分析し、複数の候補木間で比較した。

#### 研究の内容

##### ・材料と方法

エゾノキヌヤナギ優良クローン候補木(3年生)は、(独)森林総合研究所林木育種センター北海道育種場により、釧路管内にて選定、採取された。

これらの候補木について、木部の成分含有量(抽出成分、セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの量)を測定し(第1図)、統計解析を行った。



第1図 木部の成分含有量の測定手順

#### ・結果と考察

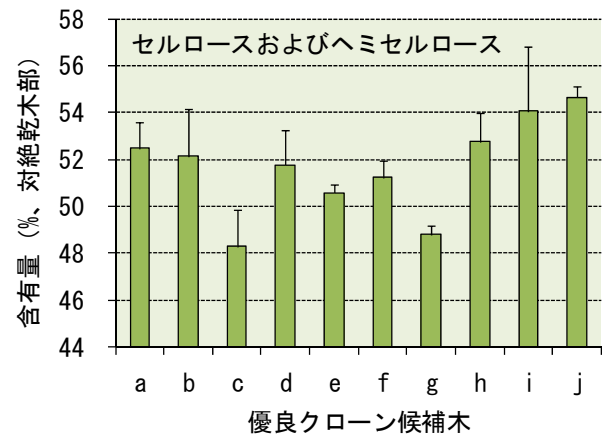
統計解析の結果、各成分含有量は、候補木間で有意差が認められた。

結果の一例として、第2図に木部におけるセルロースおよびヘミセルロースの含有量(合算値)を示す。例えばcとjを見ると、含有量に7%ほどの開きがある。ヤナギ木部1,000kgから得られるセルロースおよびヘミセルロースの収量を考えた場合、cでは480kg、jでは550kgとなり、両者間では70kgほどの差ができる。セルロースやヘミセルロースを構成する糖類は、様々な化成品やエネルギーの原料となるが、それらの収量をできるだけ多くすることを育種の目的とする場合、仮にcとjの生産性(成長量)が同等なケースではjを選抜することとなる。

#### まとめ

本成果は、(独)森林総合研究所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。

また平成23年度は、オノエ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を行い、複数の候補木間で比較する予定である。



第2図 木部におけるセルロースおよびヘミセルロースの含有量(合算値)

### Ⅲ. 3. 12 木質バイオマス燃焼灰からの新規 BDF 触媒の開発とその評価

平成 22 年度 公募型研究  
バイオマス G, 京都大学

#### はじめに

環境に優しい燃料として、バイオディーゼル燃料 (BDF) が注目されている。その製造には、水酸化カリウムなどのアルカリ触媒が用いられているが、廃液処理の問題や、再利用可能なことから固体触媒が注目されている。固体触媒には酸化カルシウムやゼオライトなどが有力視されているが、木質バイオマスのペレットやチップなどの燃焼後に発生する燃焼灰には触媒として有効なカルシウムやカリウムが含まれていることから、BDF 製造用の固体触媒としての適用が考えられ、燃焼灰の新たな利用法として期待される。

#### 研究の内容

木質バイオマスボイラーから発生した燃焼灰とトドマツ木炭を用いて、燃焼灰単体あるいは燃焼灰と木炭を所定の割合で混合し、BDF 製造用固体触媒を調製した。成型方法としては、バインダーレスで成型可能であり、成型物の反応性向上を期待して、放電焼結法を適用した。成型寸法は、装置の制約により、直径 10mm、厚さ 2mm、質量 0.3g の円盤型とした。

成型試験の結果、燃焼灰単体の場合、焼結温度 500°C、焼結時間 5 分で成型可能であったが、もろく割れやすいものであった。そのため、焼結時間の延長などを検討したが、型に強固に付着し成型物が得られなかった。

燃焼灰とトドマツ木炭とを混合した場合、木炭の

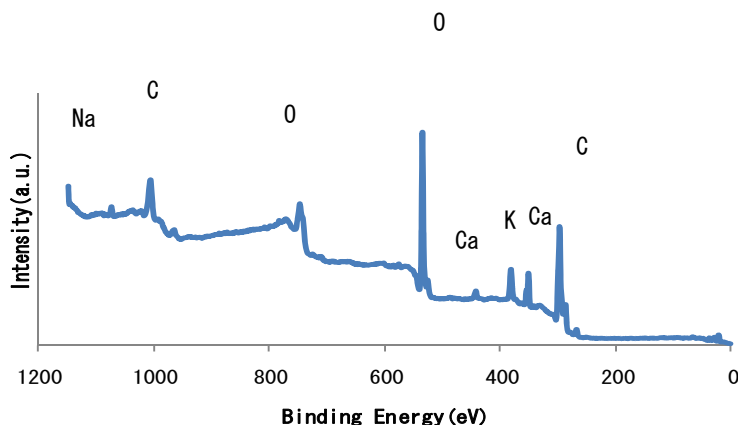
割合を増やしても成型可能であるが、徐々にもろくなる傾向が認められた。燃焼灰と木炭とを 3:1 で混合し、焼結温度 500°C、焼結時間 15 分の条件で良好な成型物が得られた。

成型物の X 線光電子分光法 (XPS) 分析結果から、炭素、酸素の他に、カリウム、ナトリウム、カルシウムのピークが確認された (第 1 図)。元素分析の結果、特にカリウムを多く含有していることがわかった (第 1 表)。成型物の中に含まれるこれらのアルカリ成分が放電焼結時でも飛散・蒸発せず残存していることから、BDF 製造用固体触媒としての可能性を見いだした。

市販の食用油とメタノールを用いて、燃焼灰と木炭との成型物による BDF 製造実験を行った。その結果、放電焼結法を適用したことによる成型物の反応性向上を期待したが、実際には BDF 生成はわずかであった。用いた成型物の量が少ないこともあるが、効率的に BDF を製造するためには、このような成型物に適した反応系を検討する必要がある。

#### まとめ

木質バイオマスからの燃焼灰と木炭との混合物を放電焼結法により成型し、その成型特性や元素分析を行った。それらの結果からは BDF 固体触媒として利用可能と考えられたが、BDF 製造実験から触媒の添加量や反応系の改良の必要性が示された。



第 1 図 燃焼灰成型物の XPS スペクトル

第 1 表 元素分析結果

元素	重量 (%)
酸素	34.3
カリウム	32.1
炭素	24.4
カルシウム	8.4
ナトリウム	0.8

### Ⅲ. 4. 1 食用きのこ生産工程における副産物の高次利用を 目指した物質変換プロセスの開発

平成 21～22 年度 重点研究  
微生物 G, バイオマス G, 北見工業大学, 北海道大学, (株) 新進

#### はじめに

道内で生産量の多い生シイタケ、エノキタケ産地では、産地の集約化や施設の大型化が進行し、副産物として、規格外品および廃培地が集中発生する。規格外品は食品として活用可能であり、廃培地はきのこの酵素による作用で糖化性向上が期待されるとともに、セルロース・ヘミセルロースを有用成分へ変換可能な材料である。そこで、きのこ生産工程における副産物の高次利用を目指し、有用成分へ変換するプロセスを開発した。

#### 研究の内容

平成 21 年度は、規格外品の利用として、エノキタケを原料とした GABA (血圧抑制作用等を持つアミノ酸の一種) 生産プロセスのスケールアップを行うとともに、GABA エキスを添加した加工食品(惣菜類)を試作した。また、エノキタケ廃培地の加水分解液を使って、酵母による効率的なキシリトール生産を可能にした。シイタケ廃培地では、栽培・保存処理により糖化性が向上し、バイオエタノール生産材料としての可能性を示した。

22 年度の結果は以下のとおりである。

#### (1) 規格外品の利用

エノキタケやシイタケを原料として、省力化しながら GABA 生成量が原料の数十倍に増えるプロセス(第 1 図)を開発し、得られる食品素材のバリエーションを増やした。また、GABA 含有粉末を添加した



第 1 図 摩砕の不要な GABA 生成反応の様子

パスタ類等の加工品を試作した。

#### (2) エノキタケ廃培地の利用

2 種類の酵母を用いた二段階培養により、エノキタケ廃培地の加水分解液から得られるキシロースを基質としてアスタキサンチン(強力な抗酸化作用を持つ成分)を生産することが可能になった(第 2 図)。

#### (3) シイタケ廃培地の利用

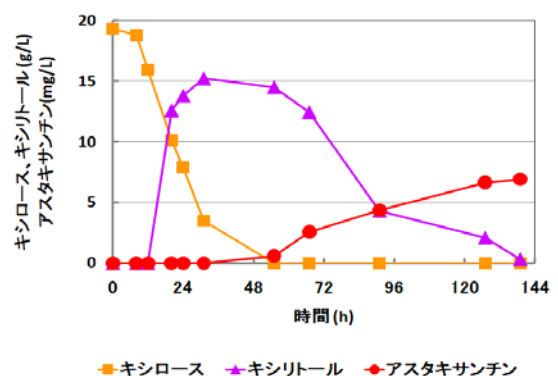
シイタケ菌により糖化性が向上した廃培地の蒸煮処理により酵素糖化率が 80%を超える条件を見出すことができた。また、得られた糖液から酵母によるエタノール生産が良好に行われた。

#### (4) 副産物利用システムの構築

エノキタケ生産地をモデルとした副産物利用システムを検討するため、GABA やキシリトール等の生産プロセス概略を設計し、コスト試算を行った。

#### おわりに

今後 GABA については、健康志向の食品素材や加工食品の製造に向けた準備を進める。キシリトール等については、素材生産技術および用途開発に向けて研究を進展させる。バイオエタノールについては、有用な基盤技術を蓄積していく予定である。



第 2 図 二段階培養によるアスタキサンチン生産

### Ⅲ. 4. 2 アンチエイジング機能を有するキノコの高度利用に関する研究

平成 21～22 年度 公募型研究

微生物 G, 道総研食品加工研究センター (主管), 酪農学園大学, (株) コスモバイオス

#### はじめに

健康長寿という観点からアンチエイジング (抗加齢) に関する研究が盛んになっており, キノコは老化防止効果が期待される機能性食品の一つとして注目されている。一方, これまでの研究で比較的高い抗酸化性や血圧上昇抑制活性を示すキノコとしてコムラサキシメジ, ホンシメジ, ユキノシタ (エノキタケ) を見出している。本研究ではきのこ業界や食品加工業界等の要望に応じて, これらのキノコを材料とした新規健康食品, 加工品の開発を目的とした。

#### 研究の内容

平成 21 年度は, ユキノシタの中規模栽培試験を行い, バラつきが少なく生産安定性が高いことを示した。コムラサキシメジは林産試験場保有菌株のうち抗酸化活性が高い Ls98-8 と栽培期間の短縮が可能な Ls08-1 を選抜した。ホンシメジは, 生産安定性が高く抗酸化活性が高い菌株 (YG) を選抜した。

22 年度は, 引続き 3 種類のキノコの安定生産技術の開発および食味関連指標の分析を行った。

ユキノシタについては増収培地を検索し, 米ぬかの一部を大豆皮等に置換することにより, 対照区に比べ 13-18% 子実体収量が増加した。大豆皮等の材料は入手や添加が容易なため, 生産現場において活用される可能性が高い。

コムラサキシメジについては覆土後, 菌掻き操作を行うことで子実体の発生のバラツキが低減し, Ls98-8, Ls08-1 いずれの菌株も発生が安定することがわかった。さらに, Ls08-1 は対照培地の米ぬかの



第 1 図 コムラサキシメジ (Ls08-1) の発生の様子  
左: 対照区, 右: NRW 区

半量をフスマに置換すること (NRW 区) で菌床重量の 48% まで収量が得られることがわかった (第 1 図)。

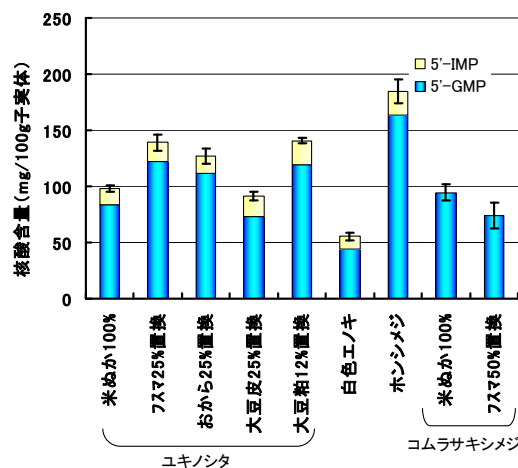
ホンシメジについては既存の栽培技術を改良し, 培地調製時の添加液や覆土処理が不要な菌株を見出し, 栽培の省力化が可能であることを示した。

食味関連指標として, 3 種類のキノコについて, うま味成分である核酸系成分 (5'-GMP (グアニル酸), 5'-IMP (イノシン酸)) を定量した (第 2 図)。ホンシメジは核酸系成分が他のキノコに比べ顕著に多く, エキスの風味が良好になると推察された。ユキノシタ, コムラサキシメジのすべての試験区は白色エノキタケに比べ核酸系成分が多い傾向にあり, エキスの風味としては一定水準に達していると推察された。

#### まとめ

対象とした 3 種類のキノコのうち, 特にユキノシタは生産安定性や食品加工研究センターが評価したアンチエイジング作用関連の抗酸化活性等が比較的高く, また, 生産コストも比較的低いことから, 機能性を有する健康食品の加工材料として商品化される可能性が高いと判断された。

一方, ホンシメジについては省力化技術を開発し, コムラサキシメジについては基盤的栽培技術を確立したことから, 今後はより詳細な栽培技術を検討する予定である。



第 2 図 キノコの核酸含量



### Ⅲ. 4. 3 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。マツタケは発生根の林床等を整備することで増産す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、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 21 年度は、林業試験場が平成元年～12 年、マツタケのシロ（菌糸が形成する環状のコロニー）周縁部に設置したトドマツ苗木の菌根（第 1 図）からマツタケと推定される菌を純粋分離した。また、菌根合成に用いるトドマツ無菌苗（雑菌が全く付着していない実生苗）の作出方法をアカマツの手法を参考に検討した結果、トドマツの種子は雑菌除去が比較的困難であり、冷水処理を検討したが大きな改善は認められなかった。22 年度は引き続き以下の項目について検討した。

##### (1) 菌根由来菌株の DNA 分析

21 年度に上記菌根から分離した菌株について DNA 分析による同定を試みた。マツタケを検出する 2 種のプライマーのうち、1 種類では検出できなかった。このことからプライマーの種特異性を再検証する必要がある。

##### (2) 菌根合成試験

トドマツ種子から無菌苗を得る方法では、約 30% の無菌苗が得られた。しかし、その無菌苗を用いた菌根合成方法（閉鎖系、第 2 図）では感染苗を得られなかった。無菌苗を移植する際に目視でマツタケ菌糸を確認できる場合があったが培養中に消失した。今回検討した菌根合成系では、マツタケとトドマツの根が速やかに接触する機会が少なく、その結果、菌根合成が行えずマツタケが途中で死滅したと考えられる。

また、無菌処理をしていない苗木を用いた菌根合成（開放系）を検討するため、22 年 5 月にトドマツ苗木の細根を除去し半年経過後の 11 月に生育状況を調査した。319 本中 6 割で生育が見られ、枯死した苗木は細根が再生していない場合が多かった。開放系の予備試験として、マツタケ用接種シートを作成し 11 月にトドマツ苗木の根に接種した。

##### (3) 北海道産有用菌根性きのこの実態把握

道内産マツタケや道南地方のバカマツタケの発生地域およびその流通経路について調査した。これら調査結果は内容を精査して公表する予定である。

#### おわりに

23 年度は、開放系での菌根合成を行うため、1 年間処理したトドマツ苗木を春にマツタケシロ周縁部に植栽し、秋に感染を調査する。また、マツタケ用接種シートを作成し、春に上記と同様の処理をしたトドマツ苗木の根に接種し、経過を観察する。閉鎖系での菌根合成に関しては、接種方法の改善を検討する予定である。



第 1 図 マツタケのシロ周縁部に設置したトドマツ苗木の菌根（左）とその実体顕微鏡写真（右）



第 2 図 無菌苗での感染苗作出技術の検討（閉鎖系）