林産試験場の
平成 12 年度試験研究成果の概要

2000 Annual Research Results
of the Hokkaido Forest Products Research Institute

Ⅰ．木材利用の多様化を促進するための技術開発

Technological Development for Diverse Utilization of Wood Products

Ⅰ.1.　需要分野拡大のための木材利用技術の開発

Development of Utilization Technology for Enlargement of Wood Products Market

Ⅰ.1.1.　木製エクステリア製品の開発

Development of Wooden Exterior Products

Ⅰ.1.1.1　ガーデニングを含めた木製エクステリアの開発（中小企業庁補助）

Development of Wood Exterior Product, Including Gardening

鉄やコンクリートに囲まれ，機能性のみを重視した都市空間であっても，「やわらかさ」や「あたたかさ」を持つ木製エクステリアをその一部に取り入れることによって，新しい景観を醸し出している。

平成9～10年にかけて，住宅周り，および公園や街路などの公共的空間におけるガーデニングに代表される木製エクステリアの市場調査を，林産業界や発注官庁に対して行った。その結果，現在流通しているこれらの製品は，デザイン性や施工性に欠けており，さらに，耐久性の評価やメンテナンス方法が確立されていないことなどから，木製エクステリアの評価が低いものとなっていた。

本研究は，木材のシェアを拡大させるような製品開発の提案を行い，あわせて付加価値の向上と腐朽の被害度の調査やその検出手法を開発するなど，業界の活性化に寄与することを目的としている。

研究の概要は以下のとおりである。

(1)　公共用エクステリア製品の検討

公共用製品としては，可動式の木製コンテナ（大型プランター）を考えた。11年度は，設計の基本概念を構築し，それにのっとって接合部の検討を行った。その結果，木材と鋼材のハイブリッドによる接合が最も良いことが，明らかになった。

12年度は基本概念をもとにコンテナの設計試作を行った。コンテナの組立は，一枚ずつボルトによって締結する方法（ルーズタイプ），木材を面単位でユニット化し，板材で構成された面をボルトによって鋼材に締結する方法（ユニットタイプ）の2種類で設計し，使用条件や製品の大きさによって使い分けた。

試作したコンテナは旭川市の木と暮らしの情報館前・後志支庁舎前の屋外と，上川支庁舎2階バルコニーに設置し，劣化状況などを観察している。

これらのコンテナは屋外だけでなく，バリエーションとして屋内の公的空間（大きな建物のホールなど）への配置や個人住宅向けが考えられる。

(2)　熱の遮断効果の検討とシェードの開発

ガーデニングにおいて，熱の量を適切に管理することは重要であり，それが家庭で簡便に行えることは意味がある。ここでは，一般に流通している遮光材についての熱の遮断効果と風景の見え具合を検討した。それらの関係には5とおりのパターンがあることがわかった。その時々の天候に応じて，熱の遮断ができるよう，色々な遮光材を連続的に張り付けた枠を考え，エンドレス・シェード（仮称）として開発した。

このシェードの考え方はガーデニングの基本になると考えられる。また，一般家庭で製作することができると判断される。

(3)　多段ブロックの製品コスト検討

11年度に試作した2種類の2×4材を用いた多段ブロック製品（長さ 267mm）についてコスト試算を行った。ワンロット1万個規模で，2×4材を製材か

ら購入した場合，木代金がAタイプ（オール木タイプ）でコストの40%，Bタイプ（木・鋼材のハイブリッドタイプ）で22%占めており，Aで362円，Bで451円になった。

コスト的にかなり高いと思われるが，製材を端材に替えたりすることで，コスト低減が考えられる。開発製品は，基本形になる一つの例を示したもので，個別企業のアイデアなどで製品が完成すると思われる。いずれにしても市場での評価が重要であり，その点をふまえて，普及していく必要がある。

(4)　丸太ステークの腐朽被害調査と強度試験

11年度は，中径丸太20～24cmの杭について強度試験を行ったが，12年度は，小径丸太10～14cmについて，強度試験を行い，あわせて非腐朽断面残存率とピンの打ち込み深さ（ピロディンによる）で腐朽の程度を推定した。11年度のものと同様，目視による腐朽の被害度と強度低下に関係が認められ，強度値の低下は，非腐朽断面残存率と関係があった。また，目視による腐朽の被害度とピンの打ち込み深さに相関が認められた。これらの結果を組み合わせると，目視やピロディンは残存強度を推定する手段になりうることが示唆された。今後は残存強度を推定するだけではなく，腐朽の予測の可能性を検討する必要がある。

(5)　残存強度の推定

横打撃で発生する打撃音で，腐朽したものと健全なものでは，振幅の変化，ピーク位置に差異が認められた。12年度は周波数分析に時間の概念（強くて持続時間が短い成分と弱くて持続時間が長い成分の判別が可能になる）を入れて検討した。その結果，腐朽したものと健全なもので，同一周波数域で時間に対するパターンが異なった。これを数値解析したものを時間的変動パターンと定義して，その数値と強度との関係をみると負の相関関係が認められた。

この数値解析は，強度の絶対値が推定できる可能性を秘めており，材料別の条件（水分，密度など）の検討が必要であるが，この解析ができれば特殊装置を新たに開発しなくてもソフトウェアの開発だけで強度の推定が可能になると思われる。

シュミット・ハンマーによる反発度は，腐朽により反発度が大きい場合と小さい場合があった。表面側と内側での腐朽によって，反発度の大きさが異なり，強度との関係はわからないが，腐朽の有無の確認はできるものと思われる。

（平成11～12年度）

（森泉主任研究員，耐朽性能科，
接着塗装科，性能開発科，材質科，
加工科，経営科，デザイン科）

Ⅰ.1.1.2　木製ブラインド式シャッターの開発（共同研究）

Development of Counter Balanced Vertical Sliding Door Assembled by Wood Panels

近年，自然に親しもうとする意識が高まり，エクステリアに木質系のものが望まれる傾向になっている。同様に農業地域においても周囲の自然景観に調和した構築物が望まれており，暖かみのある木製シャッターの利用が注目されている。

現在，畜舎等で使用されているシャッターは金属製が多いためサビが発生しやすく，景観を損なう場合も多い。また，畜舎等ではシャッター上部空間の利用は重要であるが，既存の木製シャッターの収納方式ではシャッター上部空間が有効利用できない。このため，周囲の自然景観に調和し，シャッター上部空間の有効利用に配慮した省スペース型木製シャッターの開発が望まれている。

また，シャッターを都市部住宅の組み込み車庫に使用する場合，都市計画による地域規制および隣地境界線からの距離によって，防火上の制限を受けることがある。このため，木製シャッターを都市部にて使用する場合には耐火性能を付与する必要がある。

そこで，これらの問題点を解決した木製シャッターの開発を目標として，(有)昭和技建と共同で研究を行った。

本研究では，シャッタースラットに高比重で腐朽しづらいブラジル産のイペ材を用い，駆動機構およびバランス調整機構を検討し，それに基づき縮小サイズの木製ブラインド式シャッターを設計・試作した。さらに，防火制限地域での使用を考慮した燃焼特性試験，耐火試験を行い性能を評価した。

結果をまとめると以下のとおりである。

(1)　駆動機構の検討

第１図　駆動機構
Fig. 1. Drive mechanism.

第２図　シャッター正面図
Fig. 2. Front view.

昇降機構にはチェインを使用し，その上下端をスプロケットに接続して，モータによりスプロケットを回転させてチェインを駆動させる機構とした。チェインには昇降用のアームを取り付け，このアームでシャッタースラットを持ち上げ昇降する機構とした。アームには回転ローラを前後方向および左右方向に上下二組取り付け，ガイドレールに沿って移動する機構とした。第１図に駆動機構を示す。

(2)　バランス調整機構の検討

徐々に増加するシャッター羽根荷重に対し，対向側で錘（おもり）によるバランスをとれば，実質的に動力負荷をかけずに上昇が可能と考えられたため，このバランスの調整方法について検討した。

その結果，バランス錘として羽根重量の 1/2の重量の小錘を羽根取付側から対向側に移動させる事によりバランスを取り，さらに，その小錘のバランス用に小錘×羽根枚数分の大錘を初期重量として羽根取付側の対向側に負荷しておくことにより，スプロケットに回転モーメントをかけずに済むことが分かった。

(3)　木製ブラインド式シャッターの設計・試作

シャッターおよび駆動機構は開口部 W 1,600×H 2,100mmの木製枠に取り付けた。

設計した駆動・昇降機構は，シャッターの左右に幅 278mm，シャッターの上部には536mmの空間が必要となった。これらは今後試作・改良を繰り返すことにより，さらに省スペース化が可能と考えられる。

試運転の結果，機構・動力共に問題はなく，シャッター開度に関係なく途中静止できたことから，バランス調整機構が良好に作動したといえる。第2図に正面から見た試作シャッターを示す。

(4)　燃焼特性試験および性能評価

イペ材の基本的な燃焼特性を，建築材料の発熱特性を求める試験法であるコーンカロリーメーター試験で評価した。また，比較のためアカマツとトドマツも同様に試験した。着火時間は密度が大きいほど遅れる傾向を示したが，イペとアカマツの燃焼初期（着火後 5分間）の総発熱量は同程度であった。20分間の総発熱量は，燃焼量の多いイペ材のほうが大きくなったが，発熱速度の 2次ピークは密度が大きいイペ材では 20 分間の加熱時間中には出現しなかった。以上のことから，密度が大きく潜在的な発熱量の大きいイペ材であっても，加熱初期の発熱危険性は高くないと判断された。

(5)　耐火試験および性能評価

厚さ 20および 30mm 平板のブラインド式試験体，材間に発泡材を組み込んだ厚さ20mm平板のブラインド式試験体，目地部を相じゃくり加工でつないだ厚さ 20mm の試験体の 4 種類について耐火試験を行った。その結果，30mm平板および発泡材組み込み20mm平板試験体において準防火地域の防火規制である20分の遮炎性能を有することが分かった。

（平成 12 年度）

（機械科，防火性能科，(有)昭和技建）

Ⅰ.1.2. 土木・農業用施設等の施工技術および資材の開発

Development of Construction Technology and Materials for Public Works and Agricultural Facilities

平成12年度取り組みテーマなし。

Ⅰ.1.3. 健康・福祉関連製品の開発

Development of Wooden Products Related to Health and Welfare

Ⅰ.1.3.1 北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究（共同研究）

Studies on Improvement of Living Environment for the Elderly or Handicapped in Hokkaido

積雪･寒冷な厳しい気象条件の北海道において,高齢化社会にふさわしい住生活環境システムのあり方を屋外空間も含めて検討し,それらの改善に資することを目的に道立の4研究機関が共同で取り組んできた。各機関の主たる分担は，工業試験場が福祉機器類の開発,寒地住宅都市研究所は福祉住宅の建築計画，心身障害者総合相談所は高齢者・身障者の臨床事例への対応,林産試験場は住生活環境改善に向けた木質資材の開発であり,相互に連携しながら研究を進めた。

平成12年度に林産試験場が担当した研究の内容および結果の概要は次のとおりである。

(1) 福祉住宅用開口部材の開発

11年度に試作した高性能引き違い窓を用い,車いす使用時の座位の姿勢での操作性を考慮し，レバーハンドルの取り付け位置と回転方向について検討した。ハンドルを「上向き」および「下向き」に取り付け，開く操作時にハンドルにかかる水平荷重，障子（しょうじ）の運動状況，操作感について調べた。実験は11人の被験者で行った。被験者は，最も操作しやすい位置に固定した車いすに座ったまま，この位置よりも100mm高い場合と低い場合を含む3種類の高さで開閉操作を行った。ハンドルを引く場合は,上向き,下向きともに操作性が良い（最適高さの時）ほどハンドルの回転が早く,障子の加速度が大きくなる傾向が認められた。上向きの押す操作でも同様の傾向を示したが，下向きの押す操作は，操作性が良いほどハンドルの回転が遅くなる逆の傾向が認められた。

(2) 薄物・視覚障害者誘導用ブロックの実用化

本研究では,積雪寒冷地の地域特性を考慮した誘導システム開発の一環として,硬質木片セメント板を素材とした既存床材貼り付け用薄物誘導ブロックの開発を進めた。12年度は，実証試験を継続しながら,さらに耐久性の向上と品質の安定化を図るため製造条件および製造方法の検討を行った。また，薄物誘導ブロックの早期実用化を図るため,不陸対応など施工上の問題点や製造コスト低減などの課題については，民間企業である(株)アデック，北海道森林組合連合会との共同研究で実施した。この結果,薄物誘導ブロックの製造条件および製造方法はほぼ確立され,施工上の課題についても解決の見通しがついた。また，降雪期の歩行安全性に対する利用者の評価も高く,解氷ブロックの素材としての利用の可能性が確認され，間伐材チップおよび建築解体材チップの新たな用途として今後の需用拡大が期待される。

(3) 視覚障害者用冬季道標システムの開発

視覚障害者の主要な道標である誘導ブロックは,積雪や結氷下に埋もれると,本来の役割を果たさない。北海道のような積雪寒冷地では，特にこのような期間が長く，その間，視覚障害者の行動範囲は極端に制限されてしまう。

そこで,誘導ブロックに市販の安価なマグネットを埋め込み,発生する磁力線をセンサーで検出して,点字・線字に対応した音や振動で，視覚障害者に位置情報を提供する道標システムの開発を試み,実際の歩行を想定した歩行試験で有効性を検証した。

歩行試験は，全長7.2m，幅0.9mの平坦な歩行路に15cm間隔でマグネットを埋め込み,センサーからの発信音を頼りに，一端から他端までを歩行する。晴眼者はアイマスクを着用し,視覚障害者は普段どおりの歩行動作を行って,歩行軌跡や動線を解析した。

その結果，マグネットのＳ極とＮ極が近接する部分（実際には線字ブロックと点字ブロックの切り替わる部分になると想定される）での検出精度がやや不安定であり,フットスイッチへの体重の掛け方にコツを要するなどの問題点も見つかったが，セン

サーの精度向上や,事前トレーニングの実施などで,製品化が可能であることが明らかとなった。

このシステムは無雪期に蓄積された視覚障害者の優れた土地勘にプラスすることで,冬季生活圏の確保に寄与できるものと考えられ,また,横断歩道など,誘導ブロックが設置できない場所での利用も含め,広範な敷設が期待される。

(4) 肢体不自由児向け木製遊具の開発

12年度は木球を転がして遊ぶ遊具の試作を行い,旭川肢体不自由児総合療育センターで実証試験を行った。その結果,全体の高さについては,妥当であったが,中央に位置する投入口は車いすに乗って遊ぶ児童や体の小さな児童にとって遠すぎることや,木球の転がり方に工夫が必要なことなどが分かった。また,木球が木に当たって出る音は,日常あまり聞くことのない音であるためか,木球が階段を落ちていく様子を興味深く見守る児童もいた。冬期間の積雪によって,公園等の屋外遊戯施設が使用困難となる北海道では,季節や天候に左右されない屋内型の遊戯施設が増えており,そうした施設で障害を持つ児童も一緒に楽しめるような遊具の開発につなげていく予定である。

(5) 高齢者福祉施設向けの高機能なベッドサイド家具の開発

一次試作品の実証試験結果などをフィードバックして二次試作品の設計・製作を行った。二次試作品のコンセプトとして,「ベッドサイド家具に求められるポジションの見直し,整理を行い,構造の簡略化を行う」,「ベッドサイド家具全体の大きさの再検討を行い,使用者に圧迫感を与えないように高さを低くし,上部の棚をオプション設定にする」などを挙げ試作を進めた。今回試作されたベッドサイド家具は,機能的にはほぼ要件を満たすものになり,構造もかなりシンプルなものになった。

（平成8～12年度）

（米田主任研究員,加工科,
成形科,性能開発科,デザイン科,
道立工業試験場,道立寒地住宅都市研究所,
道立心身障害者総合相談所）

Ⅰ.1.3.2 冬季歩行と安全性を考慮した木質系フロアシステムの開発（共同研究）

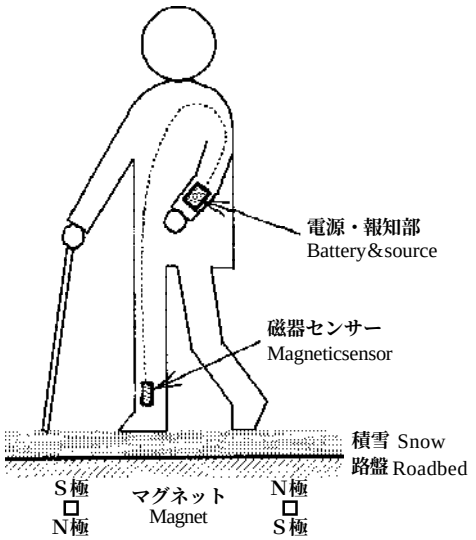
Development of Wooden Floor Systems from a Viewpoint of Safety at Walking with Frozen Floor Surface in Winter

積雪寒冷の気候条件によってもたらされる地域特有のバリアにより,高齢者や障害者の冬季における屋外歩行や外出は極端に制限される。本研究では,木質系材料の凍りにくさや滑りにくさを生かした舗装資材や,環境に配慮した省エネ・ロードヒーティング,さらに視覚障害者の安全歩行を補助する道標システムの開発に取り組み,身体的弱者の冬季生活圏の確保に貢献しようとするものである。

平成10年度は市場調査を中心に,それぞれの課題について概念設計,試作,予備実験等を行った。

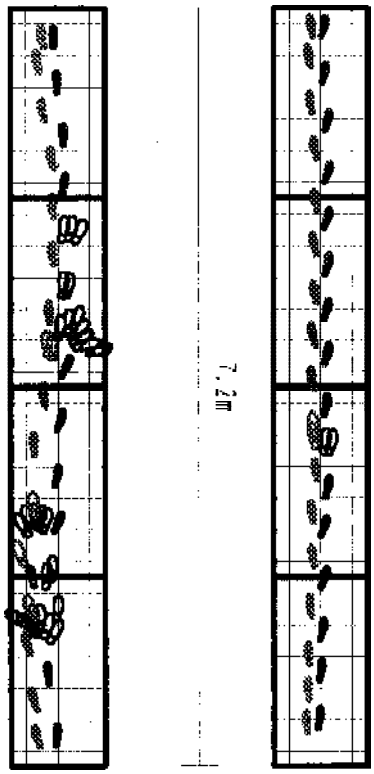
11年度は,林産試験場敷地内に融雪試験フィールドを設置し,木質系舗装材の融雪状況を調査するとともに,ロードヒーティングに必要となる熱量等の検討を行った。視覚障害者道標システムについては,「視覚障害者用誘導ブロック」,「視覚障害者用歩行補助装置」,ならびに「視覚障害者用方位指示装置」の3件を特許出願した。

12年度は,ロードヒーティングに使用する温水の低温制御システムの試作と加温スケジュールの検討,ならびに環境負荷の低減を考慮し,自然エネルギーへの燃料転換の可能性を検討した。木質系舗装材は,



第3図 視覚障害者用冬季道標システムの概要

Fig. 3. The overview of winter season guidepost system for the visual disabled person.



第4図　試験歩行時の歩行軌跡例
Fig. 4. The example of the walking track in case of examination walking.

適切な含水率制御により，融雪舗装材としての利用が可能なことを確認した。これらの融雪技術に関する研究は，13～14年度に「木質系融雪舗装材と自然エネルギーによるロードヒーティング・システムの実用化」として製品化を目指す。視覚障害者道標システムについては，表面が平坦な歩行路に15cm間隔でマグネットを埋め込み，足首に着用した磁気センサー（第3図）がマグネット検出時に発する音を主な道標とした歩行試験を行った。晴眼者はアイマスクを着用し，視覚障害者は通常と同様の条件で歩行し，第4図に例示されるような歩行軌跡，動線を得た。これらの解析等を行った結果，トレーニングの必要性を確認したが，システムの早期の実用化が可能であると考える。

（平成10～12年度）
（性能開発科，成形科，サンポット(株)）

Ⅰ.1.3.3　障害を持つ児童も楽しめる木製遊具の開発

Development of Wooden Playstructures for Children of All Abilities

（平成11～12，14年度）
（加工科）

Ⅰ.1.3.4　ユニバーサルデザインに配慮した屋内木製遊具の開発（民間受託）

Development of Indoor Wooden Playstructures Considering Universal Design

北海道のような積雪寒冷地では，冬期間，屋外での遊びが限定される状況にある。そのため屋内の遊戯施設が近年注目を集めている。また，こうした施設に設置されている遊具の多くは，障害を持った児童の使用を考慮しておらず，健常の児童と障害を持った児童が一緒に遊べる遊具の開発は大変遅れているのが現状である。こうした背景から，ユニバーサルデザインに配慮した屋内木製遊具の開発を行った。本研究では，旭川市のカムイの杜公園内の屋内遊戯場「わくわくエッグ」に設置することを前提に，滑り台対応型木製車いす（第5図）と木製手こぎコンベア（第6図）の2種類の遊具を開発した。

滑り台対応型車いすは，そりのように左右の脚の下に板がついており，その部分で専用の滑り台を滑る。滑り台はタイヤが通る部分が落ち込んでおり，車いすが斜面を滑っているときはタイヤが接地せずに浮いている状態になる構造となっている。開発した車いすは自走式と介助式の2種類とした。自走式は自分で漕ぐことのできる児童，介助式は介助を必要とする児童を対象に設計した。自走式は背もたれが鉛直に近く，また後輪の軸が腰の真下に近い位置にあるため，非常に漕ぎやすくなっている。それに対して，介助式は背もたれがやや寝ている。これは，自分の体や頭を支えることが難しい児童の負担を軽減するための設計である。体重が前にかかりにくく，さらに目線も低くなるため，滑り台を滑っているときの恐怖感は少ない。また，体重が後ろにかかりやすくなるため，後輪の軸が腰よりも後ろに位置しており，自走式に比べると漕ぎづらい構造となっている。しかしどちらのタイプにも体を固定するベルトと，

第5図　滑り台対応型木製いす
Fig. 5. Wooden wheelchair adapted for the special slide.

第6図　木製手こぎコンベア
Fig. 6. Hand-operated wooden conveyor.

スロープを上る際に便利な, 前進はするが後退はしないブレーキが装備されており, 介助を必要とする児童が自走式を使用することも, 自分で漕ぐことのできる児童が介助式を使用することも十分可能である。それぞれが自分に適したタイプを選択することで, より多くの児童がこの車いすを利用できると考えている。

今回遊具を設置するわくわくエッグには木の砂場があり, そこに木球をカランコロンと落として遊ぶ遊具が設置される。またこの木の砂場は, 床から700mm高い位置にあり, 車いすでも利用できるようになっている。しかし車いすの児童が木球を高い位置に運ぶことはできず, そのままでは遊具を利用できない。そこで車いすに乗ったまま, レバーを操作するだけで木球を上方へと運ぶことのできる, 手こぎコンベアを開発した。レバーを押し下げることで歯車が回転し, 木球が運ばれる。レバーはバネの力で跳ね上がるため, 押し下げる動作だけでコンベアが作動し, レバーを握ることができない児童でも使用することができる。このコンベアにより, 車いすの児童だけでなく, 背の低い児童, 木球をつかむことのできない児童など, 今まで木球を落として遊ぶ遊具を使用できなかった児童でも楽しむことができるようになり, また, このコンベア自体も遊具として楽しんでもらえるものと考えている。

本研究で開発した滑り台対応型車いすと手こぎコンベアは, すでにわくわくエッグに設置され, 多くの児童に使用されている。今後はその使用状況等を調査し, さらにより多くの児童が楽しめる遊具の開発に役立てていきたいと考えている。

（平成12年度）

（加工科, (株)東京ランドスケープ研究所
札幌事務所）

Ⅰ.1.3.5　積雪・寒冷地に適した薄物誘導ブロックの実用化

Development of the Safe Inducement and Warning Block for Visual Disturbance People for the Cold District

視覚障害者誘導用ブロック（以下誘導ブロック）の素材は, 屋外の歩道などに敷設する場合は, 耐久性に優れたコンクリート製が主流であり, 屋内あるいは半屋外の場合は, 既存の床材（フローリング）に後付けすることが多いため, 薄物加工に適した合成樹脂製が大半を占めている。

しかし, 合成樹脂製誘導ブロックは, 降雨や清掃などによりブロック表面が水に濡れた場合, 非常に滑りやすく, 視覚障害者はもとより晴眼者からも危険性を指摘する声が高まっている。特に北海道のような積雪寒冷地では, 靴や衣服に付着した雪が屋内

（半屋外）に持ちこまれる機会が多いことから，滑りにくい薄物誘導ブロックの開発が緊急の課題となっている。

平成8年度から積雪寒冷地の地域特性を考慮した舗装資材や誘導システムの開発に取り組み，その一環として硬質木片セメント板を素材とした薄物誘導ブロックの開発を行ってきた。

本共同研究では，実証試験による耐久性や機能性の評価をもとに薄物誘導ブロックの製造条件を確立するとともに，耐久性の向上と品質の安定化を目的とした製造方法の改良，実用化に向けた施工方法の検討や製造コストの低減について検討を行った。

その結果，実生産に適した薄物誘導ブロックの製造方法および実用上十分な耐久性を有する製造条件を見出した。

施工方法に関しては，屋内のほとんどのフロアー材に対しては，工業用両面テープでの施工が可能であることがわかった。

薄物誘導ブロックの滑り性能を調べた結果，乾燥状態でも水に濡れた状態でも滑り抵抗値の変動が小さく，優れた歩行安全性が確認された。

（平成12年度）

（成形科，性能開発科，
（株）アデック，北海道森林組合連合会）

Ⅰ.1.3.6　高齢者向け園芸療法用木製用具の開発（共同研究）

Development of the Wooden Tool for the Old People for Horticultural Therapy

この研究は，「高齢者にやさしいガーデニング製品の開発（平成11～12年度）」から産学官共同研究へと発展させたもので，高齢者向けに園芸療法を補助する用具として，屋内・屋外用木製移動式花壇の開発を行うものである。

12年度は製品の現状調査を行い，開発製品に求められる基本的な性能を把握し，開発製品のコンセプトを以下のようにまとめた。

(1)　高さを使用者に最適化させる
(2)　奥行きを，手の届く範囲に収める
(3)　花壇自体に可動性を与える
(4)　作業用の天板を付加する

具体的な寸法データについては，道立工業試験場による「アンドロイドシミュレーション」で検討し，旭川医科大学による実証試験で確認を行った。

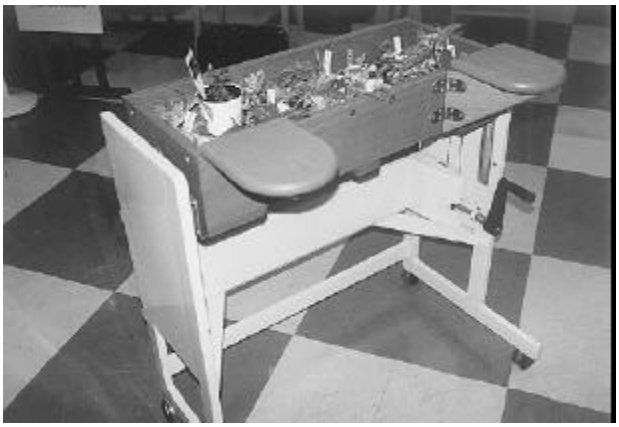
これらのコンセプトと寸法データに基づき，さらに11年に設計を行った製品に対しての旭川医科大学からのフィードバックを得て，12年度には以下の二つの製品の設計・試作を行った。なお，塗装に関しては自然塗料の使用を検討した。

(1)　屋内用木製移動式花壇（昇降タイプ）（第7図）
(2)　屋外用木製移動式花壇（第8図）

これらの製品については，旭川医科大学による実証試験と製品評価アンケートが行われた。これらの結果を基に製品の完成度を高め，13年度は商品化を目指す予定である。

（平成12～13年度）

（デザイン科，北海道立工業試験場，



第7図　屋内用木製移動式花壇（昇降タイプ）
Fig. 7. Wooden portable flower bed for the indoor (the going up and down type).

第8図　屋外用木製移動式花壇
Fig. 8. Wooden portable flower bed for outdoor.

旭川医科大学，旭川乾燥材加工(協)，
(株)表鉄工所，(株)前田理工）

Ⅰ.1.3.7　健康志向型木質系建材による居住性向上技術の開発（施策）

Development of the Improvement Technology in Amenity by Wood Based Materials

無塗装の合板（カラマツ，ラワン），パーティクルボード，MDF，OSBから発せられる臭気の強度，不快度を測定した。合板（カラマツ，ラワン）およびパーティクルボードに水性塗料2種（A，B）をそれぞれ塗布したものについても同様の測定を行った。

その結果，無塗装の建材から発せられる臭気の強度と不快度の間に正の相関が認められ，すべての臭気について不快感が示された。また，塗装に関しては，臭気の相乗効果，相殺効果が認められた。特にカラマツ合板に水性塗料Aを塗布した場合，嗅覚および嗅覚以外の刺激にも敏感な被験者においては強い相殺効果が現れ，刺激評価が低下する傾向が顕著であった。

また，これらの材料の平衡含水率を測定し，湿気容量値κ（kg/m^3(kg/kg of dry air)）を算出した。κはOSBがやや高い傾向を示したが，それ以外はほぼ同等であった。この結果から，吸湿可能な最大水分量は，測定対象とした一般的な建築用木質ボード間で大きな差が無いことがわかった。また，周囲湿度変化時の吸湿量ではMDFが最も高い数値を示し，高い調湿性を持つ可能性が示唆された。吸湿量の測定結果とκから簡易的に湿気伝導率を算出した結果，MDFはラワン合板の3倍の湿気伝導率を有することが推定され，より効果的な調湿作用の発揮が期待される。

（平成12～14年度）
（性能開発科，接着塗装科）

Ⅰ.1.4.　木質環境浄化資材の開発

Development of Materials for Environmental Purification from Wooden Resources

Ⅰ.1.4.1　木質系多機能炭化物の利用技術の開発（共同研究）

Utilization of Carbonized Wood Fiber for the Adsorbent of Environmental Pollutants

近年，熱処理された木材（木質系熱処理物）が環境浄化資材の一つとして注目されている。これまでに，電気炉を用いて熱処理された木粉および木質ファイバーが油やアンモニアガスなどの吸着材料として利用できることを報告した。

熱処理方法には，電気炉による外部加熱法とマイクロ波による内部加熱法がある。本研究ではこの異なった加熱法により得られる熱処理物および油吸着材などを賦活することによって得られる活性炭の環境浄化資材としての適用可能性を検討した。

(1)　トドマツ木粉のマイクロ波加熱

平成9，10年度には，マイクロ波加熱により得られる熱処理物の収率，炭化ムラに及ぼす照射時間，木粉の粒度および雰囲気ガスの影響を検討した。

16～32と32～60meshのトドマツ木粉を用い，1～10分間マイクロ波照射して照射時間の影響を調べた。熱処理物の収率は窒素雰囲気下では，照射時間が長いほど減少し，7分間の照射で約30%となった。空気雰囲気下でも，同様の傾向を示したが，6分以上の照射では，試料に発火が認められた。また，どちらの雰囲気下の熱処理物も，中心部と外周部では，炭化の程度に違いが認められた。

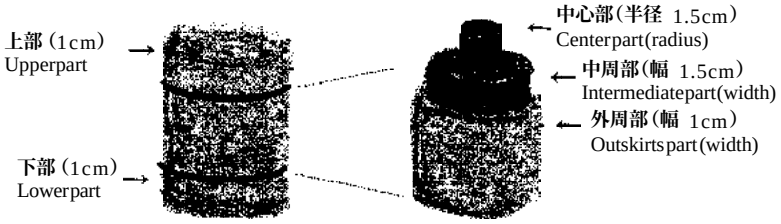
次に，9～16，16～32，32～60，60～115，115～250meshおよび250passの6種類の粒度のトドマツ木粉を用いて，窒素雰囲気下で3分間マイクロ波照射を行い，粒度の及ぼす影響を調べた。その結果，115meshより大きい木粉では，粒度による収率の差は認められなかったが，それ以下の木粉の収率は前者より低かった。また，得られた熱処理物の中心部と外周部の炭化の程度の違いは，粒度が細かいほど大きかった。

以上から，木粉の粒度を調節することにより，マイクロ波加熱法でも，ムラをある程度抑制した炭化ができることがわかった。

(2)　トドマツ材ファイバーのマイクロ波加熱

10～11年度には，ファイバーのマイクロ波加熱により得られる炭化物の抽出率，吸水量，油吸着量に及ぼす照射時間の影響を調べた。

試験は，トドマツファイバーを0.88Mpa，7分の条



第9図　マイクロ波加熱された成形トドマツファイバーの分け方
Fig. 9. Sampling positions of the moulding of Todomatsu fiber heated by a microwave.

件で半径約5cm, 高さ約10cmの円柱状に成形した試料を用いて行った。

マイクロ波を7～9分間照射した試料を，第9図に示すように上部，下部，中心部，外周部，中周部（外周部と中心部間）に分け，部位別のアルベン抽出率とアルカリ抽出率を測定した。その結果は第1表に示すとおりである。表から明らかなように，アルベン抽出率とアルカリ抽出率は上部，下部，外周部でほぼ同じ値を示したが，中心に近い中周部と中心部ではほぼ0%であった。この原因はマイクロ波加熱では中心部が高温となるため，中心部と中周部で生成した熱分解物が外周部等に移動，保持されているためと考えられる。これらの熱分解成分の中には有用な成分が含まれているものと思われる。

試料に2.5～6分間マイクロ波照射し，収率，20℃における吸水量およびA重油の吸着量に及ぼす照射時間の影響を検討した。

その結果，収率は照射時間とともに低下し，4分間照射の収率は約30%であった。吸水量は2.6と3分間照射では8g/g以下であったが，4分間照射ではほぼ0g/gとなった。しかし，さらに長時間マイクロ波を照射すると吸水量は増大し，5と6分間では16g/gとなった。したがって，水と共存する系で使う油吸着材を製造するためには，マイクロ波照射時間は4分間が適当であることがわかった。

A重油の吸着量は4.5分間照射までは15g/gと時間による差はなかった。しかし，照射時間をさらに延長し，5と6分間では13g/gと吸着量が少し減少し，電気炉加熱と同様の傾向を示した。

以上のように，マイクロ波加熱法でも木質油吸着材の製造が可能であることがわかった。

(3)　電気炉で炭化したトドマツファイバーの性質

11年度には，トドマツファイバーをほぼ密閉状態で，600～900℃で1時間電気炉によって加熱し，得られた炭化物の比表面積とヨウ素吸着量を測定した。

第1表　マイクロ波加熱された成形トドマツファイバーの部位別抽出率
Table 1. The difference of extractives from the moulding of Todomatsu fiber heated by a microwave between sampling positions.

	抽出率 Extraction yield (%)	
	アルコール–ベンゼン Alcohol-Benzene	アルカリ Alkali
原　料 Raw material	1.37	17.9
上　部 Upper part	11.0	20.0
下　部 Lower part	9.5	19.4
外周部 Outskirts part	11.9	20.0
中周部 Intermediate part	0.3	0.0
中心部 Center part	0.0	0.0

炭化温度600，700，800，900℃で得られた比表面積はそれぞれ31.8，44.6，31.7，26.5m^2/gであった。ヨウ素吸着量はそれぞれ190，350，260，110mg/gとなった。

(4)　木質油吸着材の水蒸気賦活

10，11年度には，木質油吸着材を原料に，電気炉で窒素雰囲気下に800℃－40分間，900℃－40分間，および850℃－40，60，80分間の条件で水蒸気賦活を行い，収率とBET比表面積に及ぼす賦活温度および時間の影響を検討した。

収率は賦活温度と共に減少し，800，850，900℃－40分で51.5，42.1，41.5%となった。また収率は賦活時間と共に減少し，850℃－40，60，80分でそれぞれ，42.1，32.7，29.4%となった。

比表面積は賦活により，原料の5.6m^2/gから大幅に増大する。また，比表面積は賦活温度と共に増大し，800，850，900℃－40分でそれぞれ，676.5，752.7，1,185.2m^2/gであった。さらに比表面積は賦活時間と共に増大し，850℃－40，60，80分でそれぞれ，752.7，1,022.9，1,124.3m^2/gとなり，市販活性炭と同程度の表面積をもつものを製造できることがわかった。

(5)　成形活性炭の製造と性質

12年度には，ペレット状活性炭の製造について検討した。

活性炭原料には，500℃で1時間電気炉で加熱して得られた木質ファイバー炭化物を用いた。ペレットはこの炭化物に粉末フェノール樹脂接着剤20%，蒸留水30%を加えて混合し，成形後180℃，20分間加熱硬化することで製造した。賦活はロータリー式活性炭製造装置を用い，二酸化炭素により880℃で1.5，2，2.5時間行い，得られた活性炭の収率，比表面積，トルエン吸着量を測定した。

その結果は第2表に示すとおりである。表から明らかなように，賦活時間と共に収率は低下する。また，比表面積は賦活時間と共に増大し，2.5時間では1,372.7m^2/gとなり，繊維状活性炭と同程度の比表面積をもつものが得られた。

第2表　成形活性炭の収率と性質

Table 2. The yields and properties of activated carbon during the activated process.

	賦活時間 Activated time (h)			
	0	1.5	2.0	2.5
収　率 Yields (%)	100	26.5	25.2	24.0
比表面積 Specific surface area (m^2/g)	209.0	1,359.2	－	1,372.7
トルエン吸着率 Adsorption amount of toluene (mg/g)	34.2	209.1	321.8	335.1

注：－：未測定
Note：－：Non measurement

また，トルエン吸着量は賦活により大幅に増大し，2.5時間の賦活で335.1mg/gとなり，市販活性炭程度の性能をもつことがわかった。

（平成9～12年度）

（物性利用科，成形科，北海道工業技術研究所）

Ⅰ.2.　木質資材のリサイクル技術の開発

Development of Recycling Technology for Wooden Resources

Ⅰ.2.1.　木質廃棄物の再資源化技術の開発

Development of Technology for Recycling Resources from Waste Wood

Ⅰ.2.1.1　木球製造機の開発

Development of Machine Tool for Wood Ball Block

木質廃棄物のリサイクル促進に当たり大量に使用できる用途開発が急務となっている。一方，木製の玉（木球）を数千個集めた「木の砂場」が北海道内の工芸館に設置されており，子供達の人気の的になっている。木の砂場を幼稚園，保育園の幼児施設に普及させるには大量の木球が必要となるが，現在の材料仕入れ・加工方法では高価になるので普及が進まない原因になっている。このため，木質廃棄物を有料で引き取り，高速・低コストで加工できれば木質廃棄物のリサイクル促進と同時に，林産業の活性化，さらにより多くの木の砂場の提供が可能となる。平成12年度は安価で生産能力の高い木球製造機を検討し試作した。試作した本装置は，簡易なNC旋盤方式で，材料を自動で供給できるチャックを備えている。切削試験の結果，直径3cmの球の加工時間は27秒であった。加工面はカッタマークや毛羽立ちが目立つため，仕上げ工程が必要であることがわかった。またチャックによる材料の自動供給が可能であることを確認した。13年度は，仕上げ部を付加する予定である。　（平成7，9，12～13年度）

（機械科）

Ⅰ.2.1.2　木チップと下水道コンポスト・焼却灰による海藻礁の開発（共同研究）

Development of the Artificial Reefs by Wood Particles, Sewage Compost and Sewage Ash

木質と混入材とセメントを混合した成型体の海藻礁としての可能性を検討するため，平成7年度に小樽市忍路（おしょろ）湾の海中に設置した枠取りおよび遷移試験体，8年度に設置した食害試験体，9年度に設置した海藻礁試験体についての調査結果は，以下のとおりである。

(1)　枠取り試験と遷移試験

設置から5年間の全海藻の現存量（単位面積当たりの海藻着生重量）から，各試験片について3時点での現存量を比較した。第1は設置直後の最もコンブが着生しやすい時期でのコンブ着生性能を比較するものであり，第2は毎年の海況に応じた全海藻の着生性能を4年間の平均量で比較するものであり，第3は5年間の遷移試験後の全海藻の着生性能を比較するものである。この結果，いずれの場合もコンポスト混入成型板の現存量が最大であった。どの成型板も表面性状は同一なため，試験片に混入されたコンポストが海藻着生に効果的な働きをしたものと思われ，施肥またはウニ等の排除の可能性が示唆された。

また，試験片の性状が長期間の海藻着生に及ぼす影響を調査した遷移試験においては，比較対照のコンクリート板の現存量が最少だった。これは，コンクリート板が表面平滑なのに対して成型板には凹凸があるためと思われ，成型板の凹凸が海藻着生に有利に働くことが示唆された。

(2)　食害試験

設置後4年目までの試験片観察から，フナクイムシやキクイムシの食害による重量減少およびはく離強さの低下は2年目以降ほとんど起こらず，セメントの配合量と食害速度の関係を把握することはできなかった。これは，今回原料とした木チップが小さかったためと思われ，食害を積極的に利用するためにはもっと大きな木チップを原料とすべきことが示唆された。

(3)　海藻礁試験

設置後4年目までの試験体観察から，無圧締で製造した木質・セメント成型体であっても簡単には崩壊しないこと，表面のセメント層の摩耗（まもう）には5年以上必要なことが分かった。このため，表面の木チップが食害されて空洞になるとともにセメント部分が波浪で崩壊し，自然に表面更新が行われる可能性を確認することはできなかった。しかし，凹凸が大きい海藻礁試験体の表面性状は海藻着生に有利に働くことを確認した。

(4)　木質・セメント成型体の海藻着生基質としての適性評価

木質・セメント成型体表面の凹凸および下水汚泥コンポストの混入は海藻着生に好影響を与える傾向がみられ，木質・セメント成型体は海藻着生基質として適していることが分かった。

（平成9～12年度）

（再生利用科，耐朽性能科，成形科，竹花主任SP，(財)札幌市環境事業公社，(財)札幌市下水道資源公社）

Ⅰ.2.1.3　木質・セメント成型体海藻礁の開発

Development of Wood-Cement Composite Algal Farming

これまで忍路湾において林産試験場と(財)札幌市環境事業公社，(財)札幌市下水道資源公社との共同研究「木チップと下水道コンポスト・焼却灰による海藻礁の開発」で行ってきた研究を発展させ，実大海藻礁の日本海での実証試験を行った。

平成11年10月，木質・セメント成型体海藻礁試験体3体を檜山管内上ノ国町原歌地先の水深4mに設置した。試験体の形状は，一辺75cmの正八角形で中央に一辺53cmの四角い開口部を設け，高さ90cm，重量4.7tである。また，上面の半分は厚さ10cmの木質・セメント成型体をはめ込んであり，その他はすべて無筋コンクリートで構成されている。木質・セメント成型体面を試験区，コンクリート面を対照区とし，年3回の調査を行って試験区と対照区を比較した。

12年度の調査結果は，以下のとおりである。

試験海域ではコンブ不漁年とのことではあるが，それを上回って試験区および対照区とも著しく不漁であった。現存量の比較では，対照区よりも試験区は不漁であった。現存量が少なかった理由はウニに

よる食害と思われることから，その対策として，試験体2体の中央部開口にウニが出入りできないように格子で蓋をした。さらに，うち1体にはウニ防除フェンスを取り付ける，という処置を行った。

（平成11～13年度）

（再生利用科，竹花主任SP，成形科）

Ⅰ.2.1.4　建築解体材を利用した木質系舗装資材の実用化の研究（共同研究）

Practical Application of Wooden Pavement Made of Hammer-Milled Chips from Waste Woods

林産試験場と荏原商事(株)は，平成10～11年度の2年間に,「建築解体材を利用した木質系舗装資材の開発」の共同研究を行ってきた。この共同研究は,建築解体材をハンマーミルで粉砕し, 粒度をそろえた木チップを, ウレタン系接着剤で成形して歩道用舗装資材にするものであった。

資材の開発に当たり, 表層と基層の2層構成とし,①ブロック工法用の舗装資材を開発する, ②市街地歩道にも使用できるものを開発する, ③製品性能を定量的に保証する，ということを目標に掲げた。

その結果, 2層構成は, 層間の界面はく離の問題が解決できないため，単層構成の舗装資材に目標を絞った。しかし，表層の製造条件は十分に把握することができ, 単層の舗装資材については, 安全性, 耐久性, 寸法安定性に優れた製品を製造できる知見を得ることができた。

そこで，12年度は，先の共同研究での技術を生産に結びつけるための研究を行った。研究に当たって,①製造ライン上の課題などの検討をする, ②用途別に製品を区分けし，その製造条件を確立する，③使用後の処分方法を検討する, ということを目標にした。

(1)　製品製造

製品の製造を, 荏原商事(株)高崎工場の木質舗装ブロックの製造ラインで行った。製品の形状は, 1辺が150mmの正6角形で，厚さは50mmである。原料の建築解体材木チップは, 購入したものを小型ハンマーミルで粉砕し，分級したものである。木チップの粒度は，8～1mmと8～2.2mmの2種類である。

製品の区分として, 標準型, 耐久型, 高耐久型3製品を設定した。各区分の詳細を第3表に示す。

接着剤は, 荏原商事(株)で使用している一液性湿気硬化型ウレタン系接着剤を用いており, 高耐久型の製品では含浸剤も使用した。ラインでの製造は型枠での熱圧成形である。硬化温度は150℃前後で, 時間は約20分である。

(2)　製品の性能評価

歩道用舗装資材として必要な性能を分類し, その性能評価を行った結果を第4表に示す。要点は次のとおりである。

第3表　3タイプの製品の概要

Table 3. The outline of three types of production.

タイプ Type of production	密度 Density (g/cm³)	樹脂添加率 Resin content (%) 接着剤 Adhesive	含浸剤 Pre-immersed resin	特　徴 Feature of production
高耐久型 High durable type	0.45	20	10	多少硬くなるが，強度・耐久性をもたせたもの This type is a little hard,but has enough strength and durability.
耐 久 型 Durable type	0.45	30	Non	危険のない硬さで，ある程度の耐久性をもたせたもの This type has hardness to prevent danger when falling and has durability.
標 準 型 Normal type	0.40	30	Non	十分安全な弾力性（柔らかさ）をもち，より安価なもの This type has enough safe hardness when falling and is inexpensive.

注：樹脂添加率は絶乾木重量に対する割合である。

Note : Resin content is a ratio of resin weight to the weight of oven-dried wood.

①安全性

弾力性は,高耐久型で約15G硬い結果となったが,実際の路盤上の施工では,約20G低下することが確認されているので,問題ないと考えられる。滑り抵抗性と透水性は大きな問題はない。

②強度性能

曲げ性能は,粒度8～1mmの製品で「舗装用コンクリート平板」のJIS基準を下回るが,路盤上に直置きで使われるため,この程度の結果で十分ではないかと考えている。局部圧縮性能は十分である。

③耐久性

北海道では,耐久性の中で耐凍結融解性が一番重要になる。すべての製品で初期はく離強さも十分で,処理後のはく離強さの残存率も十分である。

④寸法安定性

標準型では,TS（吸水厚さ膨張率）が若干大きな値となっているが,高耐久型では良好と判断される。

(3)　実証試験

実際に使用した場合の品質変化を調査するため,上川支庁管内士別市の協力を得て,同市のふどう公園内歩道に各区分の製品を施工し,実証試験を始めた。

第4表　各製品の性能値

Table 4. The performance of each type of the production.

			高耐久型 High durable type	耐久型 Durable type	標準型 Normal type
安全性 Safety	弾力性 Elasticity (G)		110-120	95-105	80-90
	すべり抵抗値(B.P.N) Slipperiness	Dry	96	96	94
		Wet	80	74	74
	透水係数(cm/s) Coefficient of water permation		0.3	0.3	0.7
強度 Strength	局部圧縮性能(mm) Performance to local compression		1.5	3.1	5.1
	曲げ性能 Bending performance	ヤング係数(MPa) MOE	310	115	65
		曲げ強さ(MPa) MOR	6.5	2.4	1.4
耐久性 Durability	耐凍結融解性 Performance to freezing and melting	IB(処理前：MPa) IB(Before damaging)	0.82	0.43	0.2
		IB(処理後：MPa) IB(After damaging)	0.56	0.26	0.16
		IBの残存率(%) The ratio of remains of IB	70.6	57.7	81.1
寸法安定性 Dimentional stability	厚さ膨張(%) Thickness swelling		4.8-5.7	6.1-6.7	5.9-6.3
	線膨張(%) Linear expansion		0.5-0.6	0.5-0.8	0.5-0.9
快適性 Comfort of walking	硬さ Hardness	GB(%)	47	39	30
		SB(%)	14	15	13

注：　弾力性はJIS A6519(1995)による。
すべり抵抗値は，振子式スキッドレジスタンステスターによる試験値である。
局部圧縮性能は，直径10mmの円の面積に784.5Nの荷重をかけた時のめり込み深さである。
耐凍結融解性は，凍結融解処理をする前後のはく離強さ(IB)を比較して評価した。
凍結融解処理は，吸水５時間，－20℃凍結３時間，80℃乾燥16時間を10サイクル行った。
寸法安定性の値は，吸水時のものである。
GBは，ゴルフボールを100cmの高さから落下させたときの反発高さ。SBは，同様に鉄球での反発高さ。

Note : The elasticity is tested with JIS A 6519(1995).
The slipperiness is tested by portable skid resistance tester.
The value of the performance to local compression is the depth of 10 mm in diameter that is loaded at 784.5N.
The performance to freezing and melting is evaluated with comparing the internal bonding(IB)before freezing-melting treatment with it after treatment.
The value of the dimentional stability is at absorption of water.
The GB is bounce hight of golf ball dropped from 100cm hight to pavement and SB is its of steel ball.

調査は,弾力性とはく離強さを経時的に計測する。

(4) 使用後の処分方法

通常，木チップの使用後の処分方法としては，堆肥化や炭化による土壌改良材として使用することが考えられる。しかし，本製品を堆肥化する場合，ウレタン系接着剤を含んでいるため完全には分解されず，相当な割合で合成樹脂の残さが残る。また，炭化や燃焼については，適正な排ガス処理が必要なためコスト高となり，現実的ではない。

そのため，現状では，RDF（ゴミ固形化燃料）などで熱源として利用すること以外，適当な方法が見つからなかった。

（平成12年度）

（成形科，荏原商事(株)）

Ⅰ.2.1.5 抜根の利用技術の開発

Technological Development for Utilization of Residual Stump and Root

公共事業をはじめとする土木工事などの実施に伴い大量に発生する抜根の新たな処理システムの確立，堆肥化をはじめとする適正な再利用法の開発を行う。

抜根における部位別の抽出物量を把握するため，トドマツ，カラマツ，アカエゾマツの抜根を樹幹部，地上地際部，地下地際部，側根部の上部から下部へ4つに分けた。そのエタノール・ベンゼン抽出物量を調べた結果，材では下部に行くほど，また樹皮では上部に行くほど抽出物量が大きい傾向を示した。

抜根の粉砕物および肉牛糞尿の混合物に市販の堆肥化促進微生物を接種して堆肥化試験を行った。その結果，約50日間で陽イオン交換容量の増加（50→90 meq/100g）および酵素糖化率の減少（47→26 %）を示し，良好な堆肥化過程が認められた。

また，カラマツ抜根粉砕物の200，250，300，350 ℃熱処理物および無処理物を生ゴミ分解装置の基材として供した。今回用いたすべての熱処理物において，基材の体積は1週間後には3/4程度に減容化するとともに，その後も生ゴミ分解の経過は良好であった。

（平成12年度）

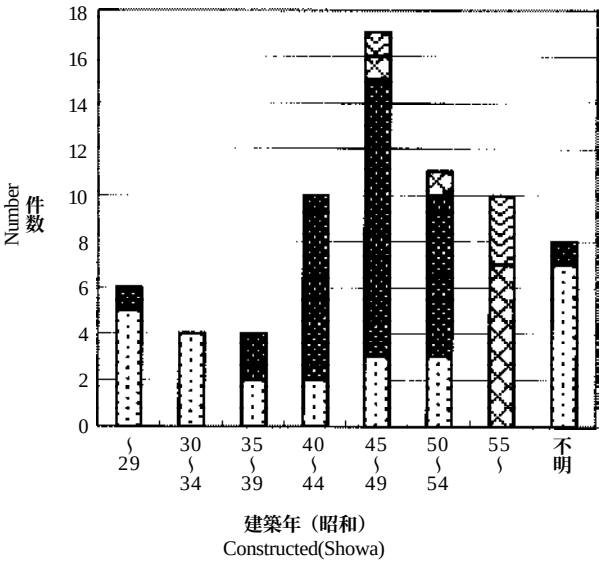
（成分利用科）

Ⅰ.2.1.6 木造住宅解体材に含まれる防腐処理材の利用適性評価

The Use Evaluation of the Treated Wood Contained in the House Demolition Wood

住宅解体材を再資源化するに当たり，解体材中に含まれている防腐剤の実態を把握し，その上で解体材の分別方法，用途を検討していく必要がある。このことから住宅解体材に含まれる防腐剤の種類と発生頻度について調査した。また発生が多く認められたクレオソートの残存量，残存成分について分析を行った。

平成11～12年度に旭川市内の建築解体現場において着色が認められた土台，柱を防腐処理材とみなし，無処理，クレオソート，CCA，赤・緑等の着色材（以下，吹付塗布と称す）に分類し，発生頻度を調査した（第10図）。現在解体されているのは昭和40～54年に建てられたものが多いが，この年代の土台はほとんどがクレオソート処理材である。それ以前に建てられたものは無処理のものが多い。昭和55年以降に建てられた住宅の土台はほとんどがCCA処理材で，クレオソートはみられなかった。また柱についてはクレオソート処理が1例，吹付塗布が3例（昭和62年以降）みられた。



第10図 建築年代別防腐処理土台

凡例: :吹付塗布, :CCA, :クレオソート, :無処理

Fig. 10. The number of treated ground sill each constructed year.

Legend: :Sprayed,painted; :CCA; :Creosote; :Non-treated

クレオソート処理材20検体について残存成分の分析を行ったところ，クレオソートの残存量は最大68.8，最小8.3，平均27.1 g /m^2であった。クレオソートの主成分のうち比較的高沸点成分(b.p.339℃以上)であるフェナントレン，アントラセン，フルオランテン，ピレンが検出された。低沸点の成分についてはほとんど検出されなかった。

（平成12～14年度）

（再生利用科，成分利用科，耐朽性能科）

Ⅰ.2.2. 木質資源の循環型利用技術の開発

Development of Technology for Circulative Utilization of Wooden Resources

Ⅰ.2.2.1 木造住宅解体材からの釘抜き装置の開発

Development of the Pincers Equipment for Dismantlement Lumber of Wooden Houses

平成14年から建築物の分別解体が義務付けられたため，今後は比較的異物の少ない柱・梁等が大量に排出され，その再資源化が問題となる。このとき，解体材に残存している釘を効率よく除去できれば再利用の可能性が高まることから，木造住宅解体材からの簡易な釘抜き装置について検討した。

12年度の検討結果は，以下のとおりである。

木造住宅解体材に残存している釘は倒れていることから，機械で抜くにしても手作業で釘を起こす必要がある。長い釘を引き抜くときの荷重は引抜き速度と無関係であったため，手作業でゆっくり引抜く方が簡単であった。長い釘は仕口・ほぞ穴部に集中しており，この部分は切欠き部であり，材自体を鋸断して除去した方が効率的である。こうした結果から，12年度は手作業による釘抜き作業を効率的に行う道具と作業台を設計した。

釘抜き作業は作業員1名が担当し，作業台には解体材の固定装置，仕口・ほぞ穴部鋸断用丸鋸，コアドリル，金属感知機が取り付けられ，釘自体は釘抜き道具により手作業で抜く，という構想である。

（平成12～13年度）

（再生利用科，機械科）

Ⅰ.2.2.1 木造住宅解体材の再資源化促進のための検討

Study of Recycling for Waste Wood from Wooden House

戸建住宅の解体により排出される廃木材は，コンクリートや金属に比べて嵩(かさ)が大きい上にリサイクル率が低く，不法投棄の割合も高い。平成12年5月に「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」が成立し，廃木材についても分別・再資源化が義務付けられ，これまで以上に排出量が増大すると予測される。一方，焼却施設のダイオキシン類の排出規制強化や埋立処分場の残余容量の減少などから，今後木質廃棄物の安易な焼却や埋立ができなくなると考えられる。住宅解体材の再資源化を促進するためには地域の実情に合った再資源化体制を構築する必要がある。そこで，釧路地域をモデルに木造住宅解体材排出量を予測しその再資源化について検討した。

(1) 事前調査

はじめに北海道内における解体工事や住宅解体材の処理実態，再資源化用途等について情報を収集した。また，解体材発生量の推計方法を検討し，道立寒地住宅都市研究所の方法に準じて予測することとした。

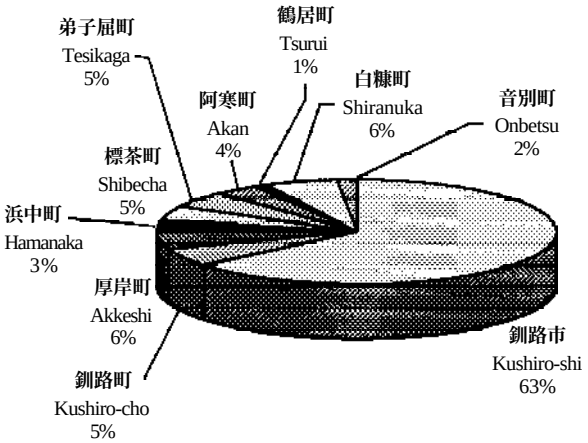
(2) 釧路地域の発生量を想定した再資源化施設の検討

①釧路支庁管内の解体材発生量の推計

釧路支庁管内で発生する解体材はピーク時で年間3万t強になり，その時管内の既存の処理施設だけでは処理しきれない解体材が年間2万t以上発生すると予測された。また，釧路市内だけで釧路支庁全体の6割以上を，釧路市周辺4市町では8割近くを占め，地域による排出量の偏りがかなり大きいことがわかった（第11図）。

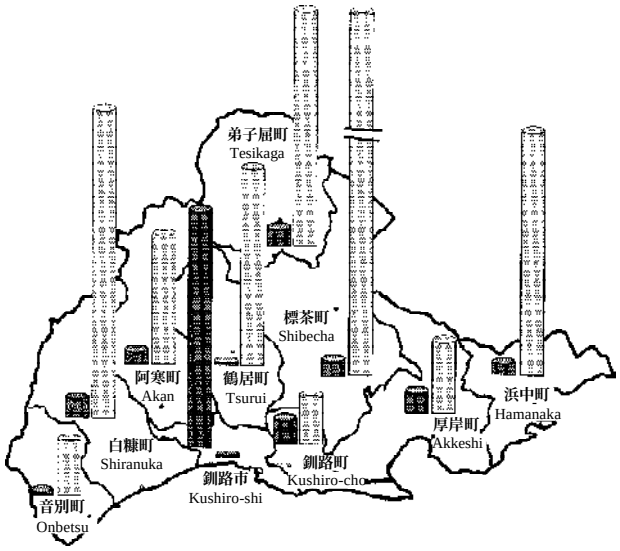
②既存用途を中心とした再資源化用途の需要可能性調査および検討

現在，同支庁管内の解体材は粉砕し家畜敷料や燃料チップ等に利用されている他は焼却，埋立処分されている。燃料チップについては利用先への聞き取り調査等から，現在積極的に利用されてはいないが受入量には余裕があり，条件によっては利用される可能性もあることがわかった。家畜敷料については，管内の牛の糞尿量から敷料不足量を推計した結果，



第11図　釧路支庁管内から発生する木造住宅解体材のピーク時における市町村別内訳

Fig. 11. Ratio of amount waste wood from wooden houses in Kushiro subprefecture.



第12図　解体材発生量と敷量不足量の比較
凡例:■:ピーク時における解体材発生量
:□:敷量不足量（水分 20%木材換算）

Fig. 12. Waste wood from wooden houses and shortage of livestock litter.
Lagend: ■:Maximum amount of waste wood from wooden houses
□:Shortage of livestock litter (Convert into 20% moisture content wood)

解体材発生量を上回る膨大な需要が見込めると考えられた（第12図）。また，製紙チップについては釧路の製紙工場では解体材を使用しておらず，融雪材についても同支庁管内は雪が少なく一部地域以外は利用しないことがわかった。さらに，粉砕しない場合の新規用途として集成材原板，エクステリア製品を検討した。集成材原板はコスト試算の結果，前処理工程の手間や原料集荷量の少なさから通常原板価格を下回らなかった。エクステリア製品は製造工程等の検討が今後必要ではあるが，釧路支庁の事業での試作例や，防腐処理材等の敷設材への利用など需

第5表　工場概要と製造コストの試算結果

Table 5. Outline of plant and manufacturing cost.

工場概要
Outline of plant

		10,000t/年	20,000t/年
稼働日数 Workingdays	(日/年) (days/year)	300	300
受入量 Wastewood	(t/年) (t/year)	10,000	20,000
製品生産量 Production	(カサm³/年) (m³/year)	46,366	92,771
受入料（処分料） Charge	(円/t) (yen/t)	5,000	5,000
販売価格 Price	(円/カサm³) (yen/m³)	1,500	1,500
製品歩留まり Yield of products		0.77	0.77
工場内作業員 Workers in plant	(人) (Persons)	2	2
重機操作 Operators for power shovels	(人) (Persons)	1	2
異物除去 Workers for removing nails and metal fittings	(人) (Persons)	4	8

製造経費
Manufacturing cost

		10,000t/年	20,000t/年
労務費 Labor cost	(円/月) (yen/month)	2,111,000	3,659,000
電力費 Electric power cost	(円/月) (yen/month)	743,292	1,483,252
減価償却費 Depreciated cost	(円/月) (yen/month)	1,845,224	2,792,812
燃料費 Fuel expenses	(円/月) (yen/month)	120,000	240,000
その他製造経費 Others	(円/月) (yen/month)	1,100,833	2,086,133
製造経費合計 Manufacturing cost	(千円/年) (thousand yen/year)	71,044	122,594
製造コスト Manufacturing cost	(円/カサm³) (yen/m³)	1,532	1,321
受入料徴収額 Income from chage	(千円/年) (thousand yen/year)	50,000	100,000
売上高 Net sales	(千円/年) (thousand yen/year)	69,578	139,157
販売管理費 Selling general Administative expenses	(千円/年) (thousand yen/year)	11,874	13,730
営業利益 Operating profit	(千円/年) (thousand yen/year)	36,660	102,832

要の可能性が考えられた。

以上の結果から，再資源化用途として最も可能性の大きい敷料を中心に検討をすすめることとした。

③家畜敷料生産による釧路支庁管内住宅解体材再資源化についての検討

1か所で処理する場合と，発生量の大きい釧路市周辺4市町とその他町村の2か所に分けて処理する場合を想定し，工場の規模と製造コストを検討した。

工場規模はピーク時の発生量を処理できる処理量2万t規模と，それ以下の発生量を想定した処理量1万t規模とし，受入量のうち合板や小片等を除いた85%を敷料用に粉砕する（粉砕歩留まり0.9）。また，受入処分料として釧路支庁管内の既存の処理施設より多少低い5,000円/t徴収し，販売価格は既存の解体材敷料価格の上限と考えられる，見かけ1m^{3}あたり1,500円とする。敷料として利用できない15%については地域内の焼却施設で処理するか燃料チップなどへの利用が考えられるが，今回は詳細な検討は行わなかった。

これらの条件で検討したところ，処理量2万t規模の工場では製造原価が現状の解体材敷料価格と同等以下になり，1万t規模でも受入処分料の徴収により利益が出る結果となった（第5表）。また，施設の配置を発生量や市町村間の距離から検討したところ，1か所の場合は釧路市と釧路町の中間辺りが，2か所の場合は釧路市周辺と標茶町の周辺が妥当と考えられた。

（平成12年度）

（経営科，再生利用科）

Ⅰ.3.　木質材料の性能向上技術の開発

Development of Technology for Improving Properties of Wood and Wood Based Materials

Ⅰ.3.1.　木造住宅の施工技術および資材の開発

Development of Building Technology and Materials for Wooden Houses

Ⅰ.3.1.1　カラマツ大径材の利用技術開発

Development of Utilization Technology for Large Log of Karamatsu (*Larix leptolepis* Gord.)

カラマツ大径材の特性をふまえた利用技術を検討し，建築用材はじめ，より付加価値を持った用途の開発を目的として，(1)心去り正角材および大断面梁材の乾燥試験，(2)大径材から得られる製材品の強度性能評価，(3)心去り正角材の防腐土台としての利用，(4)釘打ち特性に関する試験，(5)製品の表面性能向上技術の開発，(6)内装材の光反射特性の検討，の6課題について試験を行った。

実施した試験と結果の概要はそれぞれ次のとおりである。

(1)　心去り正角材および大断面梁材の乾燥試験

平成11年度は，心去り，心割り，心掛かりの正角材と大断面材について，乾燥特性を検討し，乾燥スケジュールをおおむね確立した。

12年度は，含水率のバラツキと水分傾斜の低減について引続き検討した。また，乾燥材の経時変化の測定とその対応方法の検討および防腐薬液注入製材の再乾燥時の狂い抑制の検討を行った。

結果は次のとおりである。すなわち，乾燥材の経時変化は，心去り・心割り・心掛り・心持ち各正角材では，心去り材が最も小であった。梁せい300 mm（心持ち）ではねじれ，梁せい150mm（心去り）では縦反りが大きい傾向のため，高温乾燥と圧締条件が不可欠であった。いずれも，平均含水率17%以下に仕上げることで，形状変化は許容範囲内であった。

防腐薬液注入製材の再乾燥時の狂いは，プレーナーをかけた後の材の形状を基準にすると，薬液注入前の乾燥を人工乾燥で行い，仕上がり含水率が低かった材の方が形状変化を抑制する傾向が見られた。また，どの条件でも，ほとんどの材の狂いは許容範囲内であった。

(2)　大径材から得られる製材品の強度性能評価

11年度は，原木段階でのヤング係数の測定と，得られる心去り正角材および平角材の強度性能評価を行った。

その結果，原木の動的ヤング係数と得られた製材の曲げヤング係数の間には心去り正角材，平角材ともに強い相関関係が認められた。また，原木の動的ヤング係数と心去り正角材の曲げ強さの間にも相関関係が認められた。

心去り正角材，平角材の曲げヤング係数の平均値はそれぞれ9.72kN/mm^2，9.92kN/mm^2，曲げ強さの平均値はそれぞれ32.9N/mm^2，32.8N/mm^{2}であった。

12年度は，引き続き大断面材について強度性能の評価と原木の選別手法についての検討を行った。その結果，105×300mm材の曲げヤング係数の平均値は8.14kN/mm^2，曲げ強さの平均値は25.3N/mm^{2}であった。

原木の選別については，105×105mm材，105×150mm材では原木を動的ヤング係数あるいは固有振動数によって区分できる可能性が示唆されたが，105×300mm材では区分は難しいと推察された。

(3)　心去り正角材の防腐土台としての利用

12年度に心去り正角材のインサイジング処理の検討を行った。すなわち，含水率26%以下の乾燥材にインサイジング処理を施し，ACQの加圧注入処理を行った。

その結果，防腐剤の浸潤度は平均で58～81%で，すべての試験体がJASの性能区分K2に適合した。防腐処理材を再乾燥後に行った強度試験では，インサイジング処理材の強度は無処理材と比較して若干低下した。曲げヤング係数，部分圧縮比例限度では，顕著な低下は認められなかったが，曲げ強さの低下が天然乾燥材と比較して人工乾燥材で大きくなった。

(4)　釘打ち特性に関する試験

11年度に釘の打ち込みと施工性の評価を行った。

その結果，釘の打ち込み時に割れの発生を防げる木口・材縁からの打ち込み位置は，N50の釘で10～15mm以上，N75・N90では木口から10mmの場合は材縁から20mm以上，木口から15mmの場合は材縁から15mm以上の場所であった。ネイラーの使用では板の裏面ではく離の発生が多かった（この試験は構造性能科が担当した）。

(5)　製品の表面性能向上技術の開発

11年度は溶媒置換法を中心とした含浸性の改善方法に関する検討を行った。

その結果，飽水状態の材に溶媒置換により薬液を含浸させたところ，減圧・加圧注入と比較して薬液の含浸量は顕著に増加した。このため，含浸は水と薬液が相互に溶け合い，薬液中に拡散した水分が揮散していくことにより進行すると考えられた。

12年度は，含浸性改善技術に基づいた表面性能向上処理としてカラマツWPCの製造，油性防腐剤の含浸，光変色防止処理を検討した。

その結果，溶媒置換法により0.8mm厚単板に樹脂モノマーを含浸し製造したWPCは，無処理材と比較して表面硬さが早材部で約3.6倍，晩材部で約1.3倍であった。

油性防腐剤としてクレオソートの含浸を検討した。クレオソートのみで置換処理した場合，含浸率は96%であったが，界面活性剤との併用により174%になった。

光変色防止としては各種グリコールのアクリル酸エステルによる処理を検討した。

(6)　内装材の光反射特性の検討

居住空間モデルにおける内装材の分光特性の調査と，人にやさしい光反射特性を考慮した木質内装材の検討を行った。

11年度は，居住空間モデルとして五角形の筒状空間を作成し，カラマツの内装羽目板で壁面を構成し，分光照度を測定した。心材節なし空間と比較すると，辺材空間の照度は可視域で平均1.16倍，心材節あり空間のそれは可視域で0.90倍となった。

12年度には，心理的影響をPOMSで計測した。その結果，辺材，心材，心材無節の種類に関係なく，色温度の低い照明によって「怒り」「抑うつ感」「思考力低下」といったネガティブな気分が高まることが認められた。特に，心材無節の部屋がすべての得点で上回っていた。

また，イメージ評価の結果では，辺材の部屋の評価が高く，心材の評価が低かった。また，辺材では，照明効果で「緊張弛緩」の評価に大きな違いが認められた。

（平成11～12年度）

（瀧澤(忠)主任研究員，耐朽性能科，
性能開発科，材質科，化学加工科，製材乾燥科）

Ⅰ.3.1.2　道産材を用いたⅠ形梁の製造試験と実用化(共同研究)

Manufacturing and Practical Use of I-Beam with Timber Grown in Hokkaido

北海道の2×4住宅では，近年，高気密高断熱化と計画換気システムの普及に加え，輸入210材の品質低下により，床根太の乾燥収縮によるトラブルが増え，寸法安定性の優れたⅠ形梁に対する要望が高まってきた。また，北海道には，道産トドマツによる枠組製材と道産カラマツによる構造用合板を生産する企業が立地しており，住宅業界にも部材の安定供給を望む声があった。そこで，道産材を用いたⅠ形梁の製造システムを開発し，実用化を目指した。

本研究は，道立寒地住宅都市研究所と共同で2年間行った。平成11年度は，道内の2×4住宅における床根太の使用状況と要望の調査，道産Ⅰ形梁の種類の検討，床根太スパンと製造コストの試算，専用装置の開発を行った。12年度は，道産Ⅰ形梁の種類の追加，開発した装置による製造試験と性能試験，試験生産と試験施工を行ったので以下に報告する。

(1)　道産Ⅰ形梁の種類

施工性の検討により11年度に決定した4種類に梁幅44mmを追加し，計6種類とした（第13図）。道産Ⅰ形梁の床根太スパン表を第6表に示す。

(2)　製造試験

第13図　道産Ⅰ形梁の種類
Fig. 13. Type of I-Beam.

開発した装置を用いて製造試験を行った。その結果，塗布装置の調整により適正な塗布量（有効接着面積に約300g/m^2）が安定的に得られた。また，圧締力21kN/mで90秒間圧締すれば，長さ10mにわたり寸法精度よく製造できるようになった。

(3)　性能試験

試験製造したⅠ形梁の曲げ強度試験を行った。試験は4等分点2点荷重で行い，試験スパンは第6表の床根太スパンから求めた実用スパンとした。その結果を第7表に示す。強度については，Wmax/Wdesの平均値が4.0以上となり，十分な安全率であった。また，剛性については，δ_{cal}がδ_{lim}をすべて下回り，たわみ制限基準を満たした。以上より，製造したⅠ形梁が十分な曲げ性能を持つこと，実用スパンで施

第6表　道産Ⅰ形梁の床根太スパン表
Table 6. Span table for floor-joist of I-Beam.

種類 Type 梁せい×幅 Height×Width	根太間隔 Pitch of joist 455	303
235×44	3,350	4,080
235×64	4,000	4,870
235×89	4,690	5,700
286×44	3,850	4,690
286×64	4,600	5,590
286×89	5,370	6,520

unit : mm

第7表　曲げ試験結果
Table 7. Result of bending test.

種類 type	L	W_{max} Av.	W_{des}	W_{max}/W_{des} Av.	δ_{cal} Av.	δ_{lim}
235×44	3,185	18.3	3.3	5.6	5.5	10.6
235×64	3,640	21.7	3.8	5.8	7.0	12.1
235×89	4,550	23.0	4.7	4.9	11.3	15.2
286×44	3,640	17.4	3.8	4.6	5.9	12.1
286×64	4,550	22.0	4.7	4.7	10.5	15.2
286×89	4,550	27.6	4.7	5.8	7.7	15.2

注：試験体数は1種類につき10体。
L：試験スパン(mm)
W_{max}：等分布に換算した最大荷重(kN)
W_{des}：根太間隔455mmの設計荷重(kN)
δ_{cal}：W_{des}をかけたときの計算たわみ量(mm)
δ_{lim}：制限たわみ量(mm)＝L／300以下
Note : The number of test specimen was 10 per type.
L : Length of test span(mm)
W_{max} : Converted maximum load as uniform distribution(kN)
W_{des} : Design load in 455mm-pitch of joist (kN)
δ_{cal} : Calculated deflection in loading W_{des}(mm)
δ_{lim} : Limited deflection(mm)=Less than L/300

第14図　A邸の2F床組
Fig. 14. Framing the second floor of A's housing.

工しても支障ないことが確かめられた。

また，梁幅44mmの2枚合わせの圧縮試験を行い，耐力壁の鉛直荷重を支持できることを確かめた。

(4)　試験施工

道産Ⅰ形梁の施工性を調べるため，試験施工を行った。施工物件は，旭川市内の戸建て住宅2棟である。施工するⅠ形梁は，出荷前に品質検査として寸法測定と保証荷重試験を行ったが，全数合格した。

A邸では1F床と2F床に施工した。使用したⅠ形梁は，長さ8.3mで235×44mmが40体，235×89mmが49体であった。施工したのは通常，輸入Ⅰ形梁を使用する工務店であった。2F床組の施工の様子を第14図に示す。

B邸では1F床と2F床および天井に施工した。使用したⅠ形梁は，長さ9.1mで235×44mmが69体，235×64mmが48体であった。施工したのは通常，輸入210材を使用する工務店であった。

施工性を調査した結果，デメリットとしては，特殊断面のため切断しづらい，FP板による断熱施工が面倒，長尺のため扱いにくいという意見がB邸工務店から挙げられた。A邸工務店からはデメリットが挙げられなかったため，Ⅰ形梁の施工に慣れればその多くは解消されると考えられた。一方，メリットとしては，長尺のため継ぎ手が不要で施工性がよい，軽量である，梁幅が広いため釘が打ちやすい，梁上を歩きやすく施工性がよい，寸法精度がよく床レベルの精度がよい，床組のたわみと振動が少ない，などの意見が挙げられた。輸入Ⅰ形梁と同等の価格ならば普及する可能性が高いとの評価を得た。

(5)　まとめ

本研究の成果をもとに，現在，民間企業（久保木工(株)）への技術移転を進めており，13年度内の製品化を予定している。

今後の課題としては，生産管理体制の整備，施工マニュアルの作成，用途の拡大などに取り組み，品質管理を徹底するとともに，付加価値を高めてさらなる普及展開を図る予定である。

（平成11～12年度）

（工藤主任研究員，加工科，構造性能科，
経営科，道立寒地住宅都市研究所）

Ⅰ.3.1.3　道産材を使った軸組壁の耐震性能評価と性能向上策の検討

Evaluation of Quakeproof Performance for the Frame Work Wall Made of Timbers in Hokkaido and Examination of Performance Improvement

建築物に関する性能規定化や品質保証制度といった大きな建築法体系の改変に伴い，木造住宅においても新たな構造上の実験評価方法や設計手法が提案されている。こうした状況に伴い，他企業との差別化を図り高品質な住宅を供給していくためには，中小の工務店であっても技術開発等の対応が必要である。

本研究は，人工林カラマツあるいはトドマツなどの道産材による在来軸組壁の繰り返し加力耐力壁試験を実施して，耐震要素としての基礎性状を明らかにし，今後の道産材を活用した木造構法の性能向上や新たな構法開発に資することを目的とする。

平成12年度は，繰り返し加力耐力壁試験の実施手法ならびにその評価方法の検討を行うと共に，針葉樹構造用合板釘打ちの耐力面材を有する軸組壁の性能試験およびその評価を行い以下の知見を得た。

繰り返し加力耐力壁試験は，従来のJISの規定とは大きく異なり，すべての試験体に正負交番繰り返し加力が，さらに変形量も1/30rad程度までの観察が求められる。このため大変形の変位計測が必要となり，水平加力については変形に追随しても鉛直方向の予期しない拘束による分力の発生を避ける手法が必要である。林産試験場の試験装置では，加力部が単一

のシリンダーであるため，正荷重時と負荷重時で異なる加力治具を採用して問題を解決することとした。

耐力壁試験で従来のJIS規定ならびに新たな試験方法に提案されている諸特性値を試算したが，試験方法がタイロッド式の場合，壁倍率算定に適用される特定変形時の扱いが1/300radから1/150radに，また壁倍率が1における単位荷重が130kgf/mから1.96kN/m（200kgf/m）に変更されており，標準的な試験体では大きな評価値の相違はないと考えられるが，技術開発等により新たに提案される壁体については未知の部分が残る。13年度の筋かいを使用した軸組耐力壁の評価とも合わせ検討を進める予定である。

（平成12～13年度）

（構造性能科）

Ⅰ.3.1.4　釘・接着剤併用による現場接着技術の確立

Establishment of Method Used Adhesive and Nail Jointly in the Field

在来構法では，釘と接着剤併用による強度性能の向上がいまだ法的に認められていないが，接着工法の有効性は過去の知見より明らかである。そこで木造住宅の構造全般を対象に，現場施工における釘と接着剤併用工法の可能性について調査・検討を行った。

接着剤は，環境がコントロールされた屋内の工場で使用されるのが一般的であり，現場における接着作業は様々な外的要因の影響を受け，それに対して部材の適切な養生管理が必要となる。一部の外的要因に対しては，接着剤の調合により対応可能であるが，不十分な管理では接着接合の施工不良が発生する確率も高くなる。

これら接着剤の性能だけでは避けられない外的要因に関して実験的な手法も含め，以下の項目に関して検討が必要であることが分かった。

(1)　釘を併用した場合の釘密度と圧締効果の関係

(2)　硬化終了までの外的要因に対し，接着面が受ける影響とその応力の回避方法

(3)　非破壊による接着不良の有無の確認方法と接着部分の耐久性

現場の実作業は，接着剤を用いない施工方法と比較すると強度性能向上の見返りとして，十分な養生・管理を施さなくてはならないため，コストダウンと施工方法の合理化を如何に進めることが可能であるか，検討する必要がある。

また，施工ミスや将来的な解体・リフォームに対応できるよう，硬化後のはく離が可能である接着剤の開発も現場から強く求められた研究課題である。

（平成12年度）

（構造性能科）

Ⅰ.3.2.　大規模構造物の施工技術および資材の開発

Development of Building Technology and Materials for Large-Scale Structures

Ⅰ.3.2.1　カラマツ材を用いた強化桁による木橋の開発

Development of Wooden Bridge with Reinforced Girder Using Karamatsu Timber

本研究の目的は道産カラマツ材を用いた木橋を普及させるために，強度性能の向上とコストの軽減を図った強化桁を開発し，これらを用いた歩道橋の設計を行うことである。平成11年度は文献や資料などを参考に，カラマツ集成材と，異種材料である鋼棒やワイヤーを組み合わせた強化桁を試作し，それらの強度性能について検討した。

12年度は引き続き，カラマツ材と異種材料を組み合わせた2種類の強化桁を試作し，これらの強度試験を行った。また，これまでの研究成果や既往の文献などを参考にして，カラマツ集成材を用いた人道橋の基本設計を行った。

試作した強化桁は，上弦材に集成材，ケーブル材にワイヤーあるいは鋼棒を使った張弦梁構造のものと，2枚の集成材の間に鋼板をはさみ，それらをボルトで一体化させた半剛性の吊り床版構造のものである。前者では束の長さ（または弦角）を大きくすると，束の突き上げ力が増加し，上弦材であるカラマツ集成材が負担する曲げ荷重が軽減された。しかし，この構造のものを大きな支間長の木橋に適用させる場合は，有効な弦角を確保させるために，かなり長

い束を必要とすることが分かった。後者では試験方法の一部が適切でなかったために，サグ比（支間中央における鋼材のたれ下がり量と支点間長との比）を設けた効果が確認できなかった。現在，再試験を実施中である。

基本設計を行った人道橋（橋長30m，幅員1.5m）は，森林公園内の散策路に架設することを想定し，周辺景観との融和を図り，橋自体を強調しすぎない構造形式のものとした。

13年度はコストの軽減とともに強度性能や耐朽性能などに優れた木橋の提案を行う予定であったが，研究成果を迅速に実用レベルまで高めるために，13年度からは民間との共同研究「カラマツ材を用いた人道橋の実用化研究」として実施する。

（平成11～12年度）

（工藤主任研究員，デザイン科，構造性能科，接着塗装科，機械科）

Ⅰ.3.3. 木質内外装材の製品開発

Development of Wooden Interior and Exterior Parts

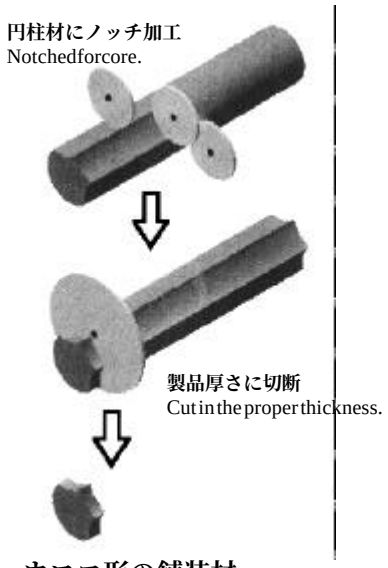
Ⅰ.3.3.1 未利用残材を利用した舗装・緑化資材の開発（共同研究）

Development of Wooden Pavements, which is Made from Left of Precut Wood or Not Effectively Used Wood

主にパルプチップとして消費されてきた合板むき芯材やプレカット端材は，安価な輸入チップによって，その用途が閉ざされ，焼却処分や放置されるケースが増えている。

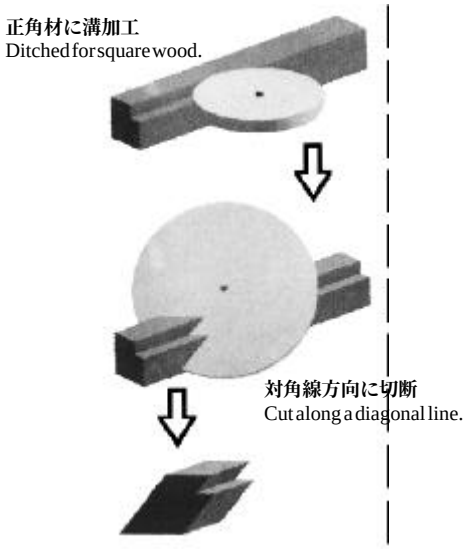
本研究は，それら合板むき芯材やプレカット端材から，デザイン性，機能性ともに優れた舗装材を主とした緑化資材を開発し，新たに制定された「環境物品調達推進法（グリーン購入法）」の適用も視野に置き，シェアの獲得が可能な製品に仕上げることを目的とする。

平成12年度は，合板むき芯（マカンバ）を原料としたウロコ形の舗装材（第15図）と，正角材の端材（SPF）を原料としたヒシ形の舗装材（第16図）について，耐久性向上と環境負荷を考慮した防腐処理の検討・提案と，適正な施工仕様，補修法等を考案するために，材料の基本性能を測定，把握した。



第15図　ウロコ形の舗装材

Fig. 15. Scale shape pavement made from veneer core.



第16図　ひし形の舗装材

Fig. 16. Diamond shape pavement made from left of precut wood.

(1)　防腐処理

マカンバのウロコ形舗装材については，ACQ（有効成分0.81%）を用いた0.98Mpa×1時間の加圧注入，または，OGR原液を用いた液中浸漬3時間が有効である。

SPFのヒシ形舗装材については，ACQ（有効成分0.81%）を用いた0.98Mpa×1時間の加圧注入，または，煮沸水温浴3時間＋ACQ（有効成分0.81%）冷浴8時間の温冷浴処理が有効である。

(2)　基本性能

両舗装材ともに形状が特殊で，乾湿に伴う寸法変化にも，その影響が現れた。

マカンバのウロコ形舗装材では，円柱部分では半径方向の寸法変化が大きく，ノッチ部分では円周方向の寸法変化が大きくなる傾向がある。

SPFのヒシ形舗装材では，繊維が斜めとなるためにねじれが生じ，面外変形を起こす傾向が大きい。

（平成12～13年度）

（性能開発科，耐朽性能科，

(株)ゼストシステム）

Ⅰ.3.4.　耐朽性向上技術の開発

Development of Technology for Improving Durability

Ⅰ.3.4.1　低毒性防腐剤で処理された木材の海中における耐久性評価（民間受託）

Evaluation of the Durability of Wood Treated with Low Toxic Preservatives in the Sea

木材を海浜施設等に使用する場合，キクイムシやフナクイムシなどの海虫に激しく食害されるため，木材に防腐処理が行われる。JASでは，海中などの過酷な条件で使用する場合の防腐処理薬剤は，CCAとクレオソートのみが規定されている。しかしこれらの薬剤は，環境面への配慮から，現在その使用は限定されたものとなっている。一方，CCA代替防腐剤として使用されはじめた低毒性の銅・ホウ酸・アゾール系薬剤（CuAz）やアルキルアンモニウム化合物（AAC）は，建築資材や土木資材などの防腐処理薬剤として幅広く使用されているが，これらの海中での性能については明らかにされていない。そこで，環境に負荷の少ない海浜施設用木材を開発するために，これら低毒性防腐剤で処理した木材の海中における耐久性について検討した。

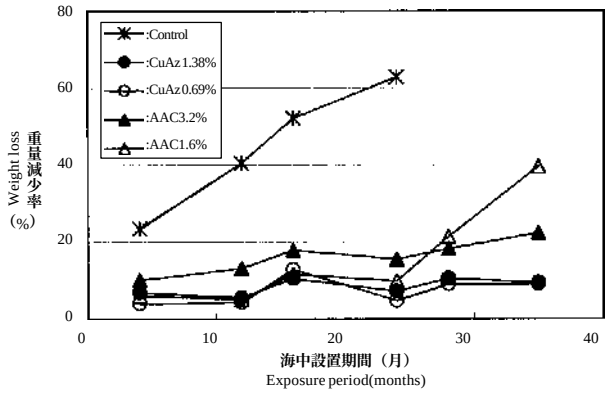
CuAzおよびAACを加圧注入したスギおよびブナの試験体（20×100×200mm）を小樽市忍路湾の海中に設置し，所定期間ごとにこれらを回収して，海虫による穿孔・食害状況の観察，重量減少による食害量の評価，および軟X線による試験体内部の被害状況の観察を行った。海中に設置してから35か月までの結果の概要は以下のとおりであった（第17図～第18図）。

(1)　無処理材

両樹種とも初期の段階からフナクイムシおよびキクイムシによる激しい食害を受け，24か月後にはいずれも60%以上の重量減少率を示し，28か月経過時点で既にすべての試験体が崩壊・流失した。

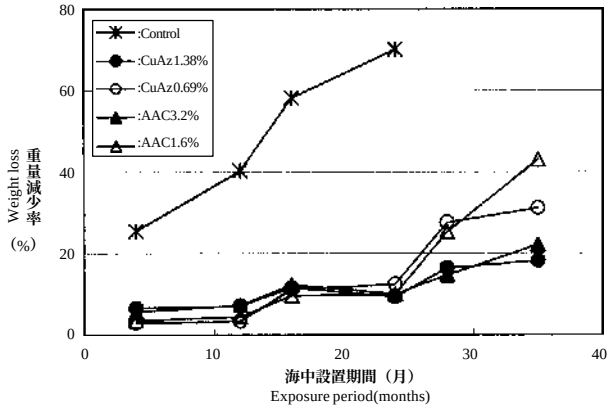
(2)　CuAz処理材

スギでは，試験体の外観および内部の観察においてフナクイムシやキクイムシなどの海虫による食害が認められず，重量減少にもほとんど変化は見られなかった。このことからスギのCuAz処理材では，少なくとも3年以上は海虫による食害を受けないことがわかった。ブナでは，すべての試験体において海虫による食害が観察され，特にフナクイムシによる食害が目立った。



第17図　薬剤処理ごとの重量減少率－スギ

Fig. 17. Weight losses for treated specimens －Japanese cedar.



第18図　薬剤処理ごとの重量減少率－ブナ

Fig. 18. Weight losses for treated specimens －Japanese beech.

(3)　AAC処理材

スギでは, 表層部からキクイムシによる食害を受けていた。特に低吸収量の試験体ではその被害が顕著で, 重量減少率は40%に達していたが, いずれの試験体もフナクイムシによる被害は認められなかった。ブナもスギと同様なキクイムシによる食害の傾向が見られ,重量減少率もほぼ同様の傾向を示した。しかしフナクイムシによる食害も一部認められた。

(平成11～12年度)

（耐朽性能科, (株)ザイエンス）

Ⅰ.3.4.2　信頼性の高い木質河川資材の製品(共同研究)

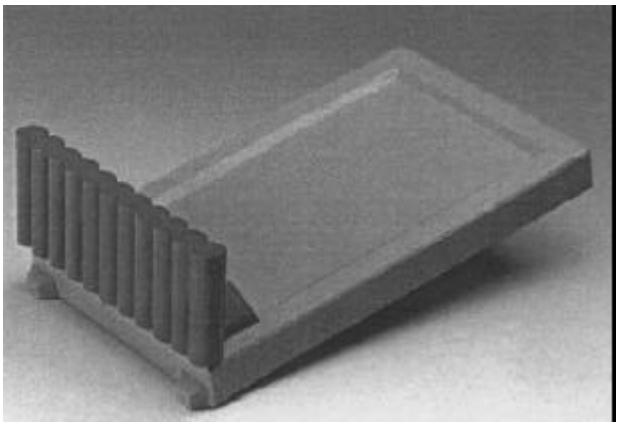
Improvement on Durability of Wooden Material for Riverside Construction

近年, 環境に配慮した河川改修と, 森林の持続的経営の両側面から, 河川資材として人工林間伐材の利用が推進されているが, 水際は木材にとって苛酷な使用環境であるため, 短期間で腐朽する場合があり, 耐久性に疑問が投げかけられている。今後大量に出材が予想されるカラマツ間伐材を河川資材として利用するためには,耐朽性を高める技術を確立し, 信頼性を高めることが必要である。

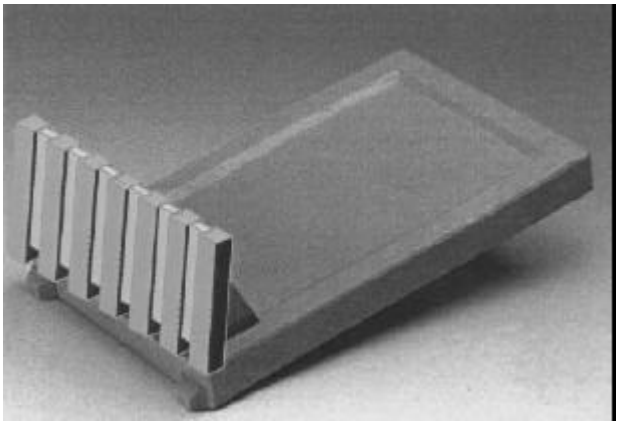
本研究では, 河川の高水位護岸用階段工として製造, 施工されているカラマツ円柱材製品「木の実」について, 既設施設の現地調査を行った。その結果, 防腐処理材にもかかわらず一部早期に腐朽被害が発生していたため, この製品の耐朽性を高めるために, 部材の防腐処理方法と施工方法について検討した。

(1)　林産試験場で開発された円柱材用針式インサイジング装置による前処理を提案した（第19図)。

針式インサイジングにより, 同条件で加圧注入処理した場合の薬剤注入量は平均222kg/m^{3}と, 対照材の166kg/m^{3}より向上, 処理ムラも少なくなった。浸潤度では, 対照材でJASのK3基準値（材表面から10mm以内の80%）を達成したものが10%に止まったのに対し, インサイジングにより50%が達成するまで向上された。浸潤度の平均値では基準値を下回ったが, インサイジング条件の検討により, さらに向上させることも可能であると考えられる。また, 防腐土台用インサイジング装置が使えるように, 製材を用いた新型「木の実」についても検討した（第20図)。



第19図　インサイジング円柱材を用いた「木の実」
Fig. 19. “Konomi”made of incised cylindrical timber.



第20図　製材を用いた「木の実」
Fig. 20. “Konomi”made of sawn timber.

(2)　木材と土壌の接触を極力避け, 排水性を高めるために, 間詰砕石, 透水シート等を用いた施工法を検討, 提案した。

（平成12年度）

（耐朽性能科, デザイン科, 加工科, (株)ハブ）

Ⅰ.3.4.3　木製屋外遊具・ログハウスの維持管理技術開発

Development of Maintenance Manual for Wood Outdoor Playing Structure and Log House

冬場の公園利用を高めようという目的で, 昭和60年頃多くの木製遊具が設置された。しかし, メンテナンス費用がかかるという理由で, 鉄製の遊具に切り替えられている場合が多い。今後とも, 木製遊具

が利用されていくためには，適正な維持管理技術の開発が必要である。本検討においては，木製遊具やログハウスの適正な維持管理技術の開発を，設置後14年経過した林産試験場の木製遊具とログハウスを用いて行う。

平成12年度の研究成果

(1) 過去の補修実績の調査

木製遊具については，設置後11年経過（昭和61年11月5日完成）した平成10年から，すべり台，ハシゴなど，丸太部以外の取り替えを行っている。丸太部については，11年夏に最初の丸太を取り替えた。

(2) 劣化状況の判定と補修方法の検討

12年度は，劣化状況の激しい正面（ログハウス側）遊具の東側の先端部を解体し，劣化状況を調査した。設置後14年経過（無処理）したため，接地部・組み合せのための切り欠き部・頭頂部，横使い部では上面に，激しい腐朽（断面の1/8以上が腐朽）が見られた。ハシゴ部と床部には，激しい腐朽は見られなかった。

(3) 木製大型遊具の維持管理のための劣化部補修の実施

解体前には，腐朽は見られなかった丸太についても，そのすべてに激しい腐朽が見られたので，すべてを交換した。激しい腐朽は見られなかったハシゴ部と床部は再度設置した。

（平成12～14年度）

（遠藤主任研究員，加工科，耐朽性能科）

Ⅰ.3.5. 防火性向上技術の開発

Development of Technology for Fire Improving Resistance

Ⅰ3.5.1 純木製防火外壁の開発

Development of Fire Preventive External Wall Made of Wooden Materials

火災時の延焼を防止するため，住宅の外壁は隣地境界線からの距離等によって使用できる材料・構造が制限されている。平成10年6月に建築基準法が改正され，所定の防火基準を満たす構造であれば構成材料の種類は問われないことになり，準防火地域（延焼のおそれのある外壁は防火構造とすることが必要）や法23条区域（延焼のおそれのある外壁は準防火構造とすることが必要）でも外壁に木材を使用することが可能となった。同様に防火上の制約が厳しいログハウスのような工法も，建築可能地域が大幅に拡大された。

厚い平板やログを外装材として用いた外壁が加熱されると，木材部は炭化による遮熱性を示すものの，目地部やボルト貫通部で燃え抜けを生じやすく，防火上の弱点となる。一方，基準法改正以前は外装材だけで外壁の防火性能を評価していたのに対し，新しい防火基準によると，外壁の遮熱性は壁体内の断熱材や内装材の寄与を含めて評価できるようになった。このため，外装に用いた木材だけでは防火性能が不足する場合でも，外壁を構成する他の部材との組み合わせで所定の性能を付与することが可能となった。

そこで，厚さの異なる板材の炭化速度，外壁の防火上の弱点部分に対する補強方法の燃え抜け防止効果を評価するとともに，木材を用いた外壁の防火構造，および準防火構造としての可能性を検討することを目的に本研究を行った。

12年度は，厚さ30mmの外装木材に下地合板，グラスウール断熱材および合板または石こうボード内装材を組み合わせた大きさ1.2×1.2mの壁パネルの燃焼試験を行い，その耐火性能を検討した。

外装材または下地材の燃え抜け時間は，トドマツ板材の継ぎ手無処理≦トドマツ板材の継ぎ手に発泡材の組み込み＜カラマツ板材の継ぎ手無処理＜トドマツ板材の継ぎ手無処理＋合板下地となった。どの仕様でも加熱開始20分後の平均裏面温度は100℃以下で，燃え抜け時間も25分以上であったことから，板厚30mmの木材仕上げ外壁は準防火構造の性能を有するものと考えられる。

壁体内にグラスウールを充てんすると，外装木材が燃え抜けても加熱開始30分後の内装材表面温度は100℃以下であった。構造部材が燃焼による大きな損傷を受けている場合があり，このような仕様については実大壁体による載荷加熱試験で構造耐力の確認が必要であるものの，壁体内にグラスウールを充てんした板厚30mmの木材仕上げ外壁はおおむね防火構造の性能を有するものと考えられる。なお，この

第8表　難燃材料等の基準を満たすために必要な難燃剤含量
Table 8. Fire retardant quantity required to pass the standards of fire preventive materials.

難燃剤 Fire retardants	化学式 Chemical formula	難燃剤必要量(kg/m³) Fire retardant quantity			
		スギ Sugi		タモ Tamo	
		難燃材料 Fire retardant material	準不燃材料 Quasi-noncombustible Materials	難燃材料 Fire retardant material	準不燃材料 Quasi-noncombustible Materials
リン酸一グアニジン Guanidine phosphate	$CH_5 \cdot N_3H_3PO_4$	100	150	150	150
リン酸二グアニジン Diguanidine phosphate	$(CH_5 \cdot N_3)_2H_3PO_4$	100		50＜[1]	
リン酸グアニル尿素 Guanylurea phosphate	$C_2H_6N_4OH_3PO_4$	50＜[1]		50＜[1]	
リン酸水素一アンモニウム Ammonium phosphate	$NH_4H_2PO_4$	50	100	100＜[1]	
リン酸水素二アンモニウム Diammonium phosphate	$(NH_4)_2HPO_4$	50	100	100	150
硫酸アンモニウム Ammonium sulphate	$(NH_4)_2SO_4$	100＜[1]		100＜[1]	
ホウ酸 Boric acid	H_3BO_3	50＜[1]			
五ホウ酸アンモニウム Ammonium boronoxide	$(NH_4)_2O \cdot 5B_2O_3$	50＜[1]			
八ホウ酸ナトリウム Sodium octaborate	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	100			

注[1]：最大含量でも基準を満たさない
Note : [1]:A standard is not passed in the maximum quantity.

ときに内装材として用いた合板と石こうボードとで遮熱性に大きな違いは表れなかった。

（平成11～12年度）

（防火性能科）

Ⅰ.3.5.2　内外装用難燃処理木材の開発(民間受託)

Development of Fire-Retardant Wood Used for Interior and Exterior

（平成12年度）

（防火性能科，昭和木材(株)）

Ⅰ.3.5.3　新基準に対応する木材用難燃剤の開発（共同研究）

Development of Fire Retardant which Conformable to New Building Standards

ホテル，展示場，集会場など多くの人々が集まる建築物や規模の大きい建築物の内装には，建築基準法の内装制限の規定により防火材料を用いなければならない。防火材料には不燃材料，準不燃材料および難燃材料があり，それらは所定の防火試験の結果で区分される。平成10年に建築基準法が改正されたことに伴い，12年6月から，防火材料の試験方法は表面燃焼試験からISO 5660に基づく燃焼発熱性試験へと移行した。両者は加熱方法および評価基準ともに大きく異なる試験方法で，表面燃焼試験では発熱性，発煙性および自消性を評価するのに対し，燃焼発熱性試験では主に発熱性だけを評価する。このような評価基準の違いから，表面燃焼試験では優れた性能を示す防火材料や難燃剤が燃焼発熱性試験では十分な燃焼抑制効果を示さない場合が生じる。また，難燃処理板材が内装材として用いられる場合，何らかの表面仕上げが施される。一般的に用いられる合成高分子系塗料は発熱性を増大させるおそれがあるが，その影響については把握されていない。

そこで，新しい防火規制に適合する難燃木材を開発するために必要とされる，(1)難燃材料および準不

燃材料の基準を満足する難燃剤,(2)代表的な樹脂塗料の発熱性の2点について検討した。

検討した難燃剤は第8表に示す9種類で，厚さ15mmのスギおよびタモに固形分含量が50，100，150，200kg/m^{3}となるように水溶液濃度を調整した。なお，難燃剤の溶解度および各材の注入性によって最大含量は異なる。また，ポリウレタン樹脂塗料およびアミノアルキッド樹脂塗料は厚さ2mmのアルミニウム板に塗布した。塗布量（固形分）は50～200g/m^{2}とした。

燃焼試験はISO 5660「コーンカロリー計試験」に準じて行い，加熱強度50kW/m^{2}における最高発熱速度，加熱開始後5分間および10分間の合計発熱量を測定した。さらにガス有害性の指標となる燃焼排気ガス中の一酸化炭素濃度を評価した。結果は以下のとおりである。

難燃処理材の最高発熱速度はすべて200kW/m^{2}を下回り，難燃材料，準不燃材料の基準を満たした。

総発熱量抑制効果は,難燃剤含量および5分間または10分間の総発熱量で評価するかによって多少異なるが，リン酸水素一アンモニウムとリン酸水素二アンモニウムが最も高く，リン酸一グアニジン，リン酸二グアニジン，八ホウ酸ナトリウムがこれに続いた。各難燃剤について，難燃材料または準不燃材料の基準値を満たすための必要量を第8表に示した。

難燃剤の相加・相乗効果を期待し，さらに注入装置や材質の劣化を回避するため2種類の難燃剤を組み合わせたところ，10分間の総発熱量は単一難燃剤よりも1～3MJ/m^{2}程度小さくなった。

燃焼ガス中の一酸化炭素濃度は，リン酸アンモニウム処理材ではコントロールより増加する傾向が見られた。

塗料の燃焼試験では，着火時間および総発熱量とも樹脂による差は見られなかった。両樹脂とも，塗布量が80g/m^{2}以下では着火せず，総発熱量は1MJ/m^{2}以下であった。これに対し，塗布量が100g/m^{2}を越えると総発熱量は急激に増加するので，塗布量はおおよそ80g/m^{2}までとすることが必要である。

（平成12年度）

（防火性能科,(株)コシイプレザービング）

Ⅰ.3.6.　デザイン性付与技術の開発

Development of Wooden Products with Excellent Design

平成12年度取り組みテーマなし。

Ⅰ.3.7.　新性能付与技術の開発

Development of Wood Materials with High and New Performance

平成12年度取り組みテーマなし。

Ⅰ.4. 木質材料と異種材料との複合化技術の開発

Development of Technology for Combination of Wood and the Other Materials

Ⅰ.4.1. 複合材の製品開発と製造技術の確立

Development of Composite Materials and Establishment of Technology for Manufacturing Them

Ⅰ.4.1.1 木材の化学処理および金属との複合化による新素材の開発（施策・林野補助（地域新技術開発促進事業））

Development of New Materials by Chemical Processing and Combination of Veneer and the Other Materials

近年の自然志向の高まりから，木材・木製品が好まれる一方，屋内外を問わず耐久性の向上や，多様化しているデザインと強度・安全性を両立した製品の提供がユーザーから強く求められている。そこで単板を金属パイプに巻き付けて複合化することにより，木材の温もり，金属の強度など，双方の長所を兼ね備えた複合材料の開発を試みた。

これまでに，パイプに単板を巻き付けることによる木材・金属複合化および製造例についての報告は見当たらなかった。したがって，本研究では巻き付け方法等基本的な製造条件を把握した後，最適寸法，官能検査，強度や耐久性に関する性能評価，工業的製造システム，耐候性向上技術を検討することとした。さらに福祉用機器等の設計，試作を行った。

平成8年度は単板と金属パイプとの接着条件，巻き付け方法，適用樹種など基本的な製造条件について検討した。さらに遊具や福祉住宅などへの利用を目標とした検討も行った。

巻き付け条件を検討した結果，より小さな曲率半径のパイプへの巻き付けには，単板厚さが薄く，含水率が高いものが適していることがわかった。複合化に適した樹種を検討した結果，カバ材，シナノキ材が良好であった。したがって道管の目立たない広葉樹が適していると思われた。単板と金属パイプとの接着は，高含水率のままで複合化するためには，接着剤として水系接着剤が適していた。特に異種材料接着の良好な水性高分子/イソシアネート系接着剤が最適であった。

遊具や福祉住宅などへの利用を目標とし，形状，寸法等について調査した結果，公園などに設置されている金属製遊具の握り棒は直径25～30mmであるが，幼児や高齢者を対象とした福祉資材などとして用いる場合は，より細いものや真円以外の断面形状が求められていることがわかった。

9年度は，湿潤時の接着強度と生産性の両面から，最適な接着剤について検討した。また接触温冷感の官能検査により，必要とされる単板の巻き回数を検討した。

水性高分子/イソシアネート系，イソシアネート添加の木工用酢酸ビニル系，ウレタン変性ビニル系，合成ゴム系，ウレタン/エチレン酢ビ系，ハネムーン型系の水性接着剤を用いて木材・金属複合パイプを製造し，浸せきはく離試験を行った。その結果，ウレタン変性ビニル系接着剤が，作業性，湿潤時接着力性能に優れていた。水性高分子/イソシアネート系，ウレタン変性ビニル系の接着剤では，単板を三重以上巻き付けることによって，はく離や割れがほとんど見られなくなった。

ウダイカンバの厚さ0.5mm単板を用いた官能試験の結果，巻き回数の増加とともに木材の触感に近づくが，四重以上になると触感に差は認められなかった。したがって四重程度に巻けばほぼ木材の手触りになると考えられた。

10年度は，耐候性評価および耐候性能の向上についての検討を行った。

耐候性能を評価した結果，木材・金属複合パイプは屋外では亀裂やはく離が起こりやすいことがわかった。これは芯材として用いた金属と熱膨張率が大きく異なる上に，木材自身が湿度の変化に伴い寸法変化を起こすことが原因と考えられた。

耐候性能向上のため，高耐候化処理（ポリエチレ

ングリコールジメチルエーテル処理，マレイン酸グリセリン処理），塗装処理を行い，その効果を促進劣化試験により評価した。その結果，これらの処理により耐候性能は向上されるものの十分とはいえず，今後も検討が必要と思われた。

11年度は，引き続き耐候性能向上について検討した。また生産性，強度性能について検討した。

耐候性能向上については，熱収縮チューブによる表面保護を試みた。この方法は複合パイプを製造した後に熱収縮チューブをかぶせ，熱をかけてそのチューブを密着させるもので，水蒸気の進入口となるピンホールがないのが特徴であったが，今回の試験では雨水の進入が防げなかった。

生産性については，これまでに試作した巻き締め機を用いて製造に要する時間を計測し，手巻きの場合と比較検討した。その結果，のり付けした単板を機械にセットする工程で要する時間と，手巻きで巻き終える時間がほぼ同等であった。したがってのり付けを含む全工程を自動化しないのであれば，手巻きが最も生産性が高いと判断された。

強度性能については衝撃曲げ試験機を用い，ムク材との比較により評価した。同一条件による試験でムク材は完全に破断したが，木材・金属複合パイプはアルミニウムを芯材に用いたものも含めて，破断することがなかった。したがって，木材・金属複合パイプはムク材と比べ高い安全性を持つことが示された。

12年度は試作品を設計製造し，また製造と使用に関するマニュアルの作成を試みた。

JR旭川駅富良野線の階段手すり，パソコンラック，照明スタンド，滑車付き福祉用テーブル，リハビリテーション用平行棒，いす，壁用ガード（車いすの衝突による壁またはパネルヒーターの保護材），温水暖房機用枠材，温水暖房機用ヒーター（銅パイプ，アルミパイプ，プラスチックパイプ）等を設計，試作した。

パソコンラックではフレームの部分に金属複合パイプを組み込んだ。

照明スタンドでは，支柱の部分に金属複合パイプを組み込んだ。この場合木目を生かすだけでなく，中空であることを利用し，電球につなぐ配線をパイプの内部に通すことによって目立たなくする効果もあった。

滑車付き福祉用テーブルでは，脚の部分に金属複合パイプを組み込んだ。滑車との接合も良好であった。

リハビリテーション用平行棒では，金属複合パイプを用いることにより触感が改善された。

いすの試作では，主にデザインの目的で肘掛けの支柱に金属複合パイプを組み込んだ。機能面においても支柱が中空であることを利用し，ひじ掛けを90度回転させる機構を備えることが可能となった。

温水暖房機用枠材の試作では，温水暖房機用ヒーターとして用いるプラスチックパイプを支えるフレームに金属複合パイプを組み込んだ。温水暖房機用ヒーターは，これまで用いられた銅パイプ，アルミパイプ，プラスチックパイプに木材を巻き付け，試作した。

使用マニュアルは，これまで部分的に林産試だより等に報告したものを現在編集中である。

（平成8～12年度）

（化学加工科）

Ⅰ.5. 木質材料の使用マニュアルの充実

Perfection of Use-Directory for Wood and Wood Based Materials

Ⅰ.5.1. 樹種ごとの材質評価

Evaluation for Wood Qualities by Species

Ⅰ.5.1.1 優良トドマツ精英樹家系選抜のための材質検定

Test of Wood Qualities for the Selection of Todomatsu (*Abies sachalinensis* Mast.) Plus Trees

現在の選抜育種事業は「優れた母樹から優れた子供群の産まれる確率が高い」との仮説から，精英樹クローンを集め，採種園を造成し，種を採種している。さらに，選抜育種事業の効果を実証するために次代検定林が設けられている。育種種苗は事業用苗に比べ，成長量の大きいことはすでに実証されている。しかし，トドマツの育種種苗の材質は不明な点も多く残っている。

一般に，トドマツ人工林材は，低密度材や水くい材の存在が知られている。特に密度は木材の強度に関わる重要な材質指標であり，構造材としての利用を促進する上で低密度材ができるだけ出材しないような材質育種が求められている。一方，トドマツは地域的な変異の存在も確認されており，北海道では種苗の需給区分を5つのブロックに分け，遠隔地に植栽しないような指導を行っている。

以上のようなトドマツ育種種苗を取り巻く背景から，平成9年度～12年度に，採種園産の精英樹クローンと次代検定林（2か所）の家系を用いて材質検定を行った。9～10年度は，道立林業試験場植栽の精英樹家系の検討を行った。11年度は新冠（にいかっぷ）採種園植栽の精英樹クローンの検討を行った。12年度は11年度と同じ植栽地から追加した精英樹クローンと，厚岸（あっけし）道有林管理センター植栽の精英樹家系の検討を行った。12年度は最終年度であるので，4年間の結果を総合した概要について述べる。

(1) 試験木

精英樹クローンは浦河道有林管理センターの新冠採種園植栽のクローンを用いた。試験木は1クローンあたり原則3個体を用い，23クローン68個体を採取した。試験木の林齢は34～35年生で平均胸高直径20.4cm，平均樹高は12.4mであった。次代検定林の家系は道立林業試験場（以下美唄）と厚岸道有林管理センター（以下厚岸）植栽の2地域から採取した。1家系当たり原則4個体を用い，美唄からは48家系184個体（林齢32年生，平均胸高直径20.0cm，平均樹高16.1m），厚岸からは24家系96個体（林齢35年生，平均胸高直径18.7cm，平均樹高13.8m）の試料を採取した。両植栽地の次代検定林は精英樹から自然交配した種を用いて造成した準次代検定林である。新冠植栽のクローンと親子関係にある家系は，美唄では17家系，厚岸では8家系であった。また，美唄と厚岸で共通の家系数は21家系であった。

(2) 試験項目

試料は胸高部を含む長さ50cmの小丸太から樹心を含む厚さ30mmの柾目板を用い，相対する2方向で採取した。その柾目板から年輪解析，繊維傾斜度，曲げ試験（無欠点小試験体での試験）の3項目の試料を得た。年輪解析は軟X線デンシトメトリ法で行い，厚さ2mm（繊維方向）の試料を用いた。繊維傾斜度は厚さ30mm（繊維方向）の試料を用い，割裂法で行った。曲げ試験は断面20×20mmで材長320mmの試験体を用い，JIS Z 2101に従って試験した。繊維傾斜度は生材で試験し，年輪解析と曲げ試験は，含水率を約12%に調整して試験を行った。

(3) 試験結果

軟X線デンシトメトリ法での年輪解析を行った結果，新冠植栽の23クローンの密度は0.40g/cm^3（年輪幅3.3mm）であり，美唄植栽の48家系の密度は0.39g/cm^3（年輪幅3.6mm）であった。一方，厚岸の24家系の密度は0.39g/cm^3（年輪幅2.8mm）であり，年輪幅が小さい割に密度が小さかった。この要因は厚岸植栽の家系の晩材密度と晩材幅が他に比べ小さいことがあげられた。美唄と厚岸で共通した21家系の晩材密度と晩材幅を比較すると，美唄植栽では

0.66g/cm^{3}と0.46mmであり厚岸植栽では0.62g/cm^{3}と0.34mmであった。新冠植栽のクローンは美唄植栽の家系とほぼ同じ値であることから，厚岸（根釧地区）では晩材部の形成時期である夏季の気温が低いことや日照時間が少ないことが晩材形成に影響したのではないかと推察される。

繊維傾斜は各年輪の平均値で評価した。トドマツの繊維傾斜はS旋回で，カラマツやエゾマツと同じ旋回である。新冠植栽の23クローンの平均繊維傾斜度は4.3%であり，美唄植栽の48家系の平均繊維傾斜度も同様に4.3%であった。厚岸植栽の24家系の平均繊維傾斜度は5.3%であり，若干大きな値を示した。クローンあるいは家系を要因とした分散分析を行った結果，クローンと美唄の家系については1%水準で有意差が認められた。特にクローンでは分散比が5.4であり，高い遺伝形質が示唆された。しかし，厚岸植栽の家系では同解析で有意差は認められなかった。このことから，トドマツの繊維傾斜度は環境で変化する形質であると示唆された。

新冠植栽の23クローンの曲げ強さは61.9MPa，曲げヤング係数で8.2GPa（年輪幅3.6mm，密度0.39g/cm^3）であった。美唄の48家系の曲げ強さは59.0MPa，曲げヤング係数で8.0GPa（年輪幅3.6mm，密度0.39g/cm^3）であった。厚岸植栽の24家系の曲げ強さは64.7MPa，曲げヤング係数で8.3GPa（年輪幅3.2mm，密度0.39g/cm^3）であった。クローンあるいは家系を要因とした分散分析を行った結果，曲げ強さも曲げヤング係数も1%水準で有意差が認められた。特にクローンの分散比は曲げ強さが8.5であり，曲げヤング係数が12.4となり，極めて高い遺伝形質であることが示唆された。トドマツ（天然木）の標準的な強度値は，日本の木材（日本木材加工技術協会編）によれば曲げ強さが63.7Mpaで，曲げヤング係数が7.8Gpaである。本試験の結果では，曲げ強さが若干劣るものの，曲げヤング係数は上回っていた。密度と曲げ強さや曲げヤング係数には強い相関関係（r=0.640～0.864）が認められ，トドマツ天然木と同等な強度を得るには0.38g/cm^{3}以上の密度が必要であることがわかった。

試験した3形質で親クローンと子供家系の間で有意な相関関係の認められた形質は新冠クローンと厚岸家系の繊維傾斜度だけであった。これは，比較する家系数が少なかったことに加え，環境との交互作用が要因として考えられる。つまり，1つの環境におけるデータからは高い遺伝性が期待できるが，植栽地域の影響を検討する必要があることを示唆している。

採種園の材質に関する体質改善を目的とした場合，クローンと家系でともに密度，強度値の小さいものや繊維傾斜度の大きなものを排除する必要がある。強度値の小さいものには岩見沢1号，名寄9号，岩見沢102号などが該当した。繊維傾斜度の大きなものは名寄9号であった。

（平成9～12年度）

（材質科）

Ⅰ.5.1.2　北洋産広葉樹材の材質評価

The Wood Qualities of Northern Ocean Hardwood

北海道では北洋産の広葉樹丸太の輸入量が多い。ロシア沿海地方の広葉樹で蓄積の最も多いのはカンバ類であるが，その用途はパルプ材等にとどまっている。今後，資源問題や消費者ニーズに対応するために，これらの広葉樹についての性質を把握し，その用途を広げる必要がある。

平成11年度は，プラストン産のシラカンバ，ザツカバ，シナノキ，アスペンの基礎的な材質を調べた。

12年度はワニノ産のシラカンバ（7本），カエデ（6本）について同様の試験を行った。末口径はシラカンバが19～28cm，カエデが20～31cmであった。サンプル採取部位における年輪数は，シラカンバが103～128，カエデが137～178であった。試験は，生材含水率，容積密度数，収縮率，強度試験（曲げ，圧縮，硬さ）について行った。また，製材歩留まりの調査も行った。

結果の一部を11年度の結果もあわせて第9表に示す。

生材含水率はシラカンバが84.5%，カエデが69.3%であった。両樹種ともすべての個体に偽心材が存在し，その部分で高い含水率を示した。

容積密度数はシラカンバが513kg/m^3，カエデが568kg/m^{3}であった。樹幹内水平変動を調べた結果，シラカンバでは樹心部から約5cmまで増加し，その後安定する傾向が認められた。カエデでは樹心部から外側まで大きな変動は認められなかった。

第9表　樹種ごとの材質試験結果
Table 9. Several wood qualities of northern ocean hardwoods.

	樹種 Species	生材含水率 Moisture content ingreen (%)	容積密度数 Bulk density (kg/m³)	平均収縮率(%) Shrinkageper1% moisturecontent		静的曲げ Staticbending		圧縮強さ Compres-sion	硬さ (板目面) Hardness
				T方向 Tangential direction	R方向 Radial direction	E_b*) (GPa)	σ_b*) (MPa)	σ_c*) (MPa)	Tangential surface (MPa)
プラストン Plastun	シラカンバ *Betula* spp.	86.6	502	0.29	0.23	11.7	92.2	56.2	14.3
	ザツカバ *Betula* spp.	67.5	567	0.30	0.26	13.3	107.4	62.0	17.9
	シナノキ *Tilia* spp.	90.3	395	0.28	0.21	9.2	67.2	43.7	9.5
	アスペン *Populus* spp.	102.8	390	0.29	0.17	9.9	67.0	42.9	9.3
ワニノ Vanino	シラカンバ *Betula* spp.	84.5	513	0.32	0.26	11.7	80.0	45.0	12.3
	カエデ *Acer* spp.	69.3	568	0.33	0.23	11.6	81.9	46.0	18.8
国産**) Japan	シラカンバ *Betula* spp. *platyphylla Sukatchev*	―	474	―	―	7.1	65.7	43.1	―
	シナノキ *Tilia japonica*	―	398	0.31	0.20	7.8	63.7	34.3	9.8
	イタヤカエデ *Acer mono*	―	535	0.31	0.16	11.8	93.2	44.1	19.6

注：*)：E_b；曲げヤング係数，σ_b；曲げ強さ，σ_c；縦圧縮強さ
　　**)：「日本の木材」(日本木材加工技術協会　1989)より抜粋。

Note: *):E_b; Yong's modules in static bending, σ_b; Bending strength, σ_c; Compressive strength parallel to grain.
　　**):Date from Nihonnomokuzai(Nihonmokuzaikakougijutukyokai 1989).

収縮率は平均収縮率でシラカンバが0.32%（T方向），0.26%（R方向），カエデが0.33%（T方向），0.23%（R方向）であった。

曲げヤング係数および曲げ強さは，シラカンバが11.7GPa，80.0MPa，カエデが11.6GPa，81.9MPaであった。圧縮強さは，シラカンバが45.0MPa，カエデが46.0MPaであった。硬さは，板目面でシラカンバが12.3MPa，カエデが18.8MPaであった。

家具用材を想定して17および27mm厚の板を製材し製材歩留まりを求めた結果，シラカンバが60%，カエデが64%であった。

シラカンバについて11年度の結果と比較した結果，曲げ強さ，圧縮強さ，硬さ等の強度性質で両者に有意な差が認められた。今回試験したカエデと国産のイタヤカエデと比較した結果，曲げ強さで有意な差が認められた。

（平成11～12年度）
（材質科）

Ⅰ.5.1.3　道産広葉樹材の利用促進のための材質および利用実態調査（共同研究）

The Wood Qualities and Availabilities of Several Hardwood Species Grown in Hokkaido

平成12年10月に旭川市の神楽橋架け替え工事に伴う支障木が多量に伐採された。伐採木は大半が広葉樹で，ハルニレ，イタヤカエデ，ミズナラ等約30種類である。こうした工事で支障木として伐採される広葉樹の多くは，廃棄されるか，パルプ材として

利用される程度で，必ずしも有効に利用されていない。道産広葉樹材の利用を促進するためにも，こうした材料の利用実態を調査するとともに，強度的性質等の基礎材質を理解する必要がある。

施工前の毎木調査の結果，伐採対象木は全部で33種401本であり，全材積の70%がハルニレであった。その中から試験木として広葉樹13科15種について各樹種1本づつ選木した。試験木の胸高直径は4～39～80cmで，地上高約2mにおける年輪数は19～71～179であった。試験項目は，生材含水率，容積密度数，収縮率，強度（曲げ，圧縮）とした。

生材含水率は，バッコヤナギが146%で最大，ズミが47%で最小であった。辺材よりも心材のほうが高含水率の樹種が多かった。偽心材のあったものではその部分で高い含水率を示した。

容積密度数は，マユミが645kg/m^{3}で最大，バッコヤナギが345kg/m^{3}で最小であった。樹幹内水平変動は，環孔材ではおおむね髄（ずい）から外側に向かうにつれて減少する傾向が認められた。散孔材では大きな変動は認められなかった。

収縮率は，全収縮のT方向でハルニレが10.4%で最大，キタコブシが6.9%で最小であった。異方度（T/R）が最も大きかったのはバッコヤナギで3.8，最も小さかったのはハリギリで1.3であった。

強度は，エゾヤマザクラが曲げ強さと縦圧縮強さで最大の値を示し，それぞれ115.4MPa，65.1MPaであった。各強度値の低かった樹種はバッコヤナギ，ミズキ等で，特にバッコヤナギはすべての試験で最小の値であった。樹幹内水平変動は，環孔材では髄から外側に向かうにつれて減少する傾向が認められた。散孔材では大きな変動は認められなかった。

伐採木のうち，製材品として用いられたものは，ハルニレと一部の針葉樹であった。

（平成12～13年度）

（材質科，シスコン・カムイ(株)）

Ⅰ.5.2. 木質資材の各種性能の評価

Evaluation of Properties for Wood Materials

Ⅰ.5.2.1 内部割れが接合性能に及ぼす影響

Effects of Inner Crack on the Timber Joints Performance

本研究の目的は，高温乾燥の普及を促進させるため，樹種・乾燥条件ごとの内部割れの発生状況を把握するとともに，内部割れと部材の強度および接合性能との関係について実験的検討を行うことである。

試験体はトドマツおよびカラマツの正角材であり，乾燥条件は高温条件と通常条件の2種類である。また，断面内の割れの長さを内部割れの程度の指標とした。

平成12年度はおもに内部割れの発生状況と部材の強度性能との関係について検討し，以下の結論を得た。

(1) 樹種および乾燥条件ごとの内部割れの発生状況の把握

トドマツ・カラマツともに乾燥条件が高温の方が内部割れが多く発生していた。

また同じ乾燥スケジュールで乾燥された高温乾燥材について比較すると，カラマツよりもトドマツの方がより多く内部割れが発生していた。

(2) 内部割れと部材の強度性能との関係評価

内部割れ長さと，非破壊的に得られる強度パラメータとの関係を調べた結果，繊維に直角方向のヤング係数（部分横圧縮）およびねじり剛性との相関が比較的高かった。これに対し，内部割れ長さと曲げヤング係数との相関はそれほど高くなかった。また，比重との相関も低かった。

（平成12～13年度）

（構造性能科）

Ⅰ.5.2.2 自然系塗料・接着剤の性質の検討

Physical Properties and Durability of Natural Paints and Adhesives

環境に対する社会的関心が高まる中で，住環境に関連したシックハウス症候群，新築病が注目され，住宅に使用される塗料・接着剤の安全性に対する関心が強まってきている。平成11年度に実施した北海道内の関連企業に対する自然系接着剤・塗料アンケート調査結果では，北海道内においても同様の傾向があることが明らかとなった。しかし，これまで使用されてきた塗料・接着剤と自然系のそれとの比較検

討は十分とは言えず，これに関連した技術相談も多い。こうした現状をふまえ，種々の技術相談や技術指導に対応することを目的として，従来の塗料・接着剤と自然系の塗料・接着剤との比較を行った。

11年度の道内企業への自然塗料・接着剤の調査をもとに，使用件数の多かった塗料と接着剤の中から市販の自然系塗料3種類（屋外仕様），接着剤1種類を選定し，作業性，耐久性の試験を実施した。結果の概略は以下のとおりであった。

試験に供した自然系塗料は，いずれも常温において一昼夜以上の乾燥時間を要した。これらの塗料は，色差，光沢度，接触角において各塗料の間に著しい差は認められなかった。すなわち，屋外暴露において色差は暴露直後より変化が始まり，はっ水性は3～6か月で失われた。促進耐候試験においても同様に，色差は暴露開始直後から変化し，はっ水性は200～300時間で失われた。自然系接着剤は粉体であるため，ペースト状にする前作業に時間を要したが，塗布作業は容易であった。自然系接着剤の接着性能は，常態ではほぼ酢酸ビニル樹脂エマルジョン系接着剤と同等であったが，耐水性能はほとんどなかった。

13年度は屋内用自然系塗料について研究継続の予定である。

（平成12～13年度）

（接着塗装科）

Ⅰ.5.2.3　低温環境下で使用される木質材料の接着性能

Adhesive Properties of Laminated Wood at Low Temperatures

屋外で使用される集成材は，厳しい条件下での強度や耐久性能などを十分に把握し，評価性能に基づいた設計，施工を行うことが必要である。北海道においては，低温や積雪など寒冷地特有の環境因子があり，これらが集成材の接着層の強度や耐久性に影響を与えることが予想される。本研究の目的は，構造用集成材の寒冷地における使用指針を確立し，接着性能に及ぼす低温環境因子の影響を検討することにある。

平成12年度は，低温環境の含水率依存性を評価した。供試材として20℃，65%RHで調湿した含水率約13%のトドマツ，カラマツを用い，接着剤として構造用集成材に使用されるレゾルシノール樹脂接着剤（RF），水性高分子イソシアネート系接着剤（API）を用いて接着し，試験片を調製した。調製した試験片を含水率約13，約20%，飽水に調整し，凍結温度の影響を検討するために凍結条件として二種類を設定した。凍結処理は，-20℃→20℃または-197℃→20℃を1サイクルとして1～4サイクルの凍結融解処理を行った後，試験片を気乾状態に調湿しブロックせん断試験に供した。

結果は以下のとおりであった。試験片の含水率が13%と20%では，いずれの接着剤，樹種においても凍結融解処理によるせん断強度の低下は認められなかったが，飽水材では凍結融解処理によるせん断強度の低下が認められた。APIで接着されたトドマツ試験片のいくつかに凍結融解処理後の接着層にクラックが観察されたことから，凍結処理に伴う接着層でのクラック発生がせん断強度の要因のひとつではないかと推察された。なお，せん断強度の低下に対する明確な凍結温度依存性はなかった。

（平成12～13年度）

（接着塗装科）

Ⅰ.5.3.　木質資材使用マニュアルの整備

Making a Use-Directory for Wood Materials

Ⅰ.5.3.1　北国型住宅の室内空気汚染とその対策

Determination of and Countermeasures for Indoor Air Pollution of Houses in Cold Region

ホルムアルデヒドの室内濃度指針値として厚生省（現：厚生労働省）から「30分平均値で0.1mg/m^3以下」という値が提案された。合板やMDFなどのボード類のホルムアルデヒド放散量は，JASやJISで，デシケータ法によって水中濃度で測定され評価される。しかし測定条件は，居住環境と大きく異なるため，建材の特性から室内の気中濃度を推定することが困難である。そこで，より居住環境に近い測定方法であるチャンバー法を用いて，材料のホルムアルデヒド放散特性を明確にするとともに，ホルムアルデヒド放散量の少ない材料および吸着剤を開発し，ホルムアルデヒド濃度の低い居住環境の設計を検討した。

平成10年度は，スモールおよびラージチャンバー法によるホルムアルデヒド放散量の測定方法を検討した。また，尿素および亜硫酸ナトリウムをしみこませた木綿布を吸着剤として実験住宅に貼り付けた結果，85%前後の低減がみられた。

11年度は，スモールチャンバーを用いて8畳の部屋の壁4面と床1面と同程度の表面積の合板の気中濃度（換気回数1回/時，温度20℃，湿度60%）を測定した。その結果，F_{C0}合板（フェノール樹脂接着剤）の濃度は，0.01ppmであった。F_{C2}合板（ユリア樹脂接着剤）は時間経過とともに減少したが，0.1ppmを下まわることはなかった。また，市販の家具からのホルムアルデヒド放散量については，すべての家具において0.1ppm以上の高い濃度になった。これは，チャンバー容積に対する家具の表面積の割合の問題で，家具のラージチャンバーでの測定に適した評価方法を検討する必要があることがわかった。

12年度は，ホルムアルデヒドに関して，(1)木質建材の放散特性，(2)吸着剤の性能，(3)新築住宅の気中濃度，について検討した。

(1)　木質建材の放散特性

合板の表面単板の樹種と厚さおよび温度の影響を検討した。用いた合板はカラマツおよびトドマツのF_{C0}合板（メラミン・ユリア樹脂接着剤）で表板は0.8，1.6mmのスライス単板と1.6mmのロータリー単板の計6種類である。各合板から30×27cmの板を6枚づつ採取し，それらの裏面同士を両面テープで張り合わせたあと，側面をアルミテープでシールし，表板のみが暴露されたもの各3枚をスモールチャンバーで測定した。今回用いた合板の表面積の合計と，スモールチャンバー容積の割合は8畳の部屋の壁面積と部屋の容積と同じ割合である。測定条件として湿度60%，換気回数0.5回/時とし，温度を20，25，30，35℃で測定した。その結果，樹種および表面単板の種類による影響は見られなかった。温度によって気中濃度は大きく変化し，20℃で0.021～0.077 ppmのものが，35℃では0.087～0.316ppmとなった。これらの温度による放散量の違いは，温度補正式にほぼ一致する値となった。次に表板がスライス単板0.8mm厚さのトドマツ合板に，ウレタン塗装を行った場合，塗装前と比較し，20℃で0.77ppmであったものが，0.035ppmとなり，35℃においても0.051ppmと温度補正式から大きく下方にずれる結果となった。このことから，塗装によって放散量が低下し，温度による影響を受けにくくなることが明らかになった。

ラージチャンバーによる測定は，気密性，空気の拡散，チャンバー形状や化学物質によるチャンバー内の汚染など様々な問題がある。ラージチャンバーを効率よく使用するために，デシケータ法やスモールチャンバーとの関係を把握しておく必要がある。そこで，デシケータ値による気中濃度推定式を用いて，ラージチャンバーの気中濃度を推定することを検討した。チャンバーの条件は，20℃，50%，換気回数0.5回/時で行った。デシケータ値による気中濃度推定式を適用した場合，低濃度域ではほぼ一致したが，高濃度域では大きくずれる傾向にあった。今後，さらに多くのデータを収集するとともにスモールチャンバーとの関係についても検討を行う予定である。

(2)　吸着剤の性能

吸着剤をその形状や性質などから①塗布タイプ，②拡散吸着タイプ，③強制吸着タイプの3種類のタイプに分類することができる。それぞれのタイプによって性能を評価する方法に関して検討した。

①塗布タイプ

今回用いた市販の5種類の吸着剤は，すべて液状で，建材に直接塗布することによって，建材からのホルムアルデヒドを吸着する。評価方法は，吸着剤を合板に塗布し，JASのデシケータ法に基づいて性能を比較した。結果は第10表に示すように，吸着剤によって性能が大きくバラツキが見られ，ほとんど効果の無いものも存在した。効果のあるものもその持続性や建材への影響（腐食や変色など）を今後検討する必要がある。

②拡散タイプ

このタイプは，拡散によってホルムアルデヒドを吸着するため，家具や押入れなど密閉した空間に有効なタイプである。性能評価方法は，スモールチャンバーに合板だけ入れた場合と，吸着剤を同時に入れた場合の気中濃度の違いによって効果を検討した。その結果，第11表に示すように1種類を除いてほぼ同じ程度であった。しかし今回用いた吸着剤の量は420g（吸着剤Hを除く）で，120m^2の住宅に約1tの

第10表　塗布タイプ吸着剤処理による合板のホルムアルデヒド放散量
Table 10. HCHO emission from plywood treated with painting type adsorbent.

水中濃度(mg/l) HCHO in water	吸着剤A Adsorbent A	吸着剤B Adsorbent B	吸着剤C Adsorbent C	吸着剤D Adsorbent D	吸着剤E Adsorbent E
処理前 Untreated	0.89	0.87	0.65	0.77	0.67
処理後 Treated	0.83	0.075	0.019	0.033	0.018

第11表　拡散タイプ吸着剤のホルムアルデヒド吸着性能
Table 11. HCHO adsorption ability of passive type adsorbent.

気中濃度 (ppm) HCHO in air	合板1 Plywood 1	合板1＋吸着剤F Plywood 1+ adsorbent F	合板1＋吸着剤G Plywood 1+ adsorbent G	合板2 Plywood 2	合板2＋吸着剤H Plywood 2+ adsorbent H	合板2＋吸着剤I Plywood 2+ adsorbent I
24時間後 After 24hours	1.059	0.582	0.395	0.853	0.671	0.437

第12表　強制吸着タイプ吸着剤のホルムアルデヒド吸着性能
Table 12. HCHO adsorption ability of active type adsorbent.

気中濃度 (ppm) HCHO in air	吸着剤Ⅰ Adsorbent I	スギ樹皮 Sugi bark	スギ樹皮アンモニア処理 Sugi bark treated with ammonia	トドマツ樹皮 Todomatsu bark	トドマツ樹皮アンモニア処理 Todomatsu bark treated with ammonia
初期濃度 Initial consistency	1.133	1.078	0.874	1.042	1.074
0時間後 Immediately after measuring	0.196	0.027	0.074	0.409	0.173
3時間後 After 3 hours	0.320	0.214	0.086	0.583	0.051
24時間後 After 24 hours	0.477	0.547	―	0.758	―
48時間後 After 48 hours	0.625	0.718	0.118	0.856	0.04

注：―：検出限界以下
Note：―：trace

重量に相当する。拡散タイプの吸着剤は，大面積には大量の吸着剤が必要となり，吸着剤の取り替えなど多くの問題があることが明らかになった。

③強制吸着タイプ

このタイプは，空気清浄機のフィルターなどに利用されるもので，ポンプやファンなどで強制的に吸着させる。今回用いた吸着剤は活性炭，スギ樹皮とスギ樹皮にアンモニア処理したもの，トドマツ樹皮とトドマツ樹皮にアンモニア処理したものである。このタイプの性能を評価する方法として，一定のホルムアルデヒドを含む空気を連続的に発生させ，その空気を吸着剤をとおしてホルムアルデヒドを吸着させ，吸着剤通過後の濃度低下を検討した。その結果，第12表に示すように実験開始直後は，いずれの吸着剤も大きく減少するが，活性炭および無処理の樹皮は，時間とともに濃度が上昇し48時間後には，初期の半分程度までになった。それに対して，アンモニア処理した樹皮は，いずれも時間に関係なく吸着効果に低下がほとんど見られなかった。しかし，この装置では，送られてくる空気は，水蒸気が飽和に近い状態であるため，活性炭や無処理の樹皮が，水分も同時に吸着したことによって，ホルムアルデ

ヒドの吸着効果が減少したものと考えられる。今後供給する空気の湿度を調整した機構を取り入れる必要がある。

(3)　新築住宅の気中濃度

19棟の住宅の現場測定を行った。23℃，45%に換算したホルムアルデヒド濃度は，ほとんどの住宅で指針値の0.1mg/m^3を下回っていた。しかし，夏期など室内温度が23℃を上回る場合があり，また，居住者の持ち込み品による濃度の上昇が考えられるため，より進んだ低減対策を行う必要がある。また今回測定した住宅では，そのほとんどがすき間相当面積2cm/m^2以下の高気密住宅であったが，ホルムアルデヒド濃度の間には，明確な関係は得られなかった。

（平成10～12年度）

（合板科，成形科，性能開発科，
接着塗装科，化学加工科

Ⅱ．木材産業の体質強化を促進するための技術開発

Technical Assistance for Fortifying of Local Forest Product Industries

Ⅱ.1. 生産技術の改善・開発

Improvement and Development of Manufacturing Technology

Ⅱ.1.1. 切削技術の改善・開発

Improvement and Development of Cutting Technology

平成12年取り組み研究テーマなし。

Ⅱ.1.2. 乾燥技術の改善・開発

Improvement and Development of Drying Technology

Ⅱ.1.2.1 広葉樹人工乾燥材の乾燥応力低減法の検討

Stress Release Method of Kiln-Dried Hardwood Lumber

近年の北海道産広葉樹材は小径低質化が進み，現状の乾燥技術では，乾燥応力によって狂いが発生するケースも見受けられ，歩留まりが悪くなり，コスト高となっている。したがって，乾燥応力の抑制方法を詳しく把握する必要が生じている。本研究では，人工乾燥中のひずみ量の測定をもとに，乾燥応力を制御する方法について検討を行った。また，従来の乾燥スケジュールを見直すことにより，人工乾燥前の天然乾燥に必要な期間の短縮および人工乾燥後の乾燥材に生じる狂いの抑制方法について検討した。

試験体は，径級36cmのミズナラ原木から木取った厚さ27×幅150×長さ1,200mmの製材である。天然乾燥については旭川市で，乾燥期間の異なる4条件（天然乾燥なし，1か月，6か月，12か月）を設定し，平成11～12年度にかけ実施した（第1表）。人工乾燥については，第2表に示す乾燥スケジュールを採用した。このスケジュールは，北海道産のミズナラを乾燥するために，一般的に採用されているものである。仕上がり含水率は6%になるように設定した。人工乾燥中には，試験体3体（含水率算定用，試験片によるひずみ量測定用，ひずみゲージによるひずみ量測定用）を用いて，乾燥スケジュールの制御および長さ方向と接線方向のひずみ計測を行った。これらの測定と並行して，ひずみゲージによる連続的なひずみ量測定を行った。結果の概要は，以下のとおりである。

第1表　天然乾燥期間の条件

Table 1. The condition of air-drying.

天然乾燥期間 Air-dry term	天然乾燥開始日 Start of air-drying	天然乾燥終了後の含水率(%) Moisture content of specimens after air-drying
1か月 1 month	7月 July	18.9
6か月 6months	5月 May	16.7
12か月 12months	8月 August	15.6

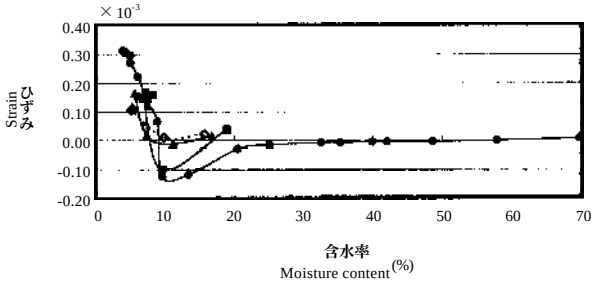
注：天然乾燥実施場所：旭川市

Note : Operative place of air-drying : Asahikawa, JAPAN

第2表　採用した乾燥スケジュール
Table 2. Kiln-drying schedule for the Japanese Oak boards.

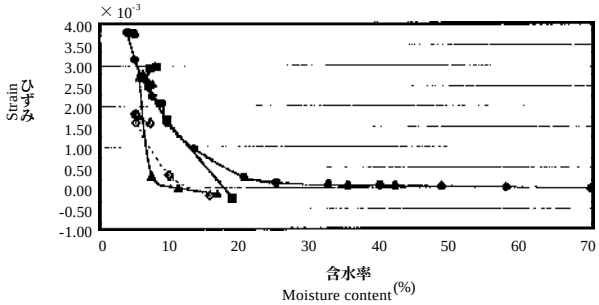
含水率 MC (%)	乾球温度 Dry Bulb Temp (℃)	乾湿球温度差 Wet Bulb Depression (℃)	平衡含水率 EMC (%)
生(Green)-35	45	3	16.1
35-30	45	4	14.3
30-25	50	6	11.8
25-20	55	11	8.3
20-15	60	20	5.0
15-終末(End)	70	28	3.2
イコーライジング Equalizing	70	20	5.3
コンディショニング Conditioning	70	11	8.4

EMC : Equilibrium moisture content



第1図　天然乾燥期間ごとの人工乾燥中のひずみ量変化（長さ方向）
凡例：天然乾燥期間：—●—：なし，—■—：1か月，—▲—：6か月，-◆-：12か月

Fig. 1. The change of longitudinal strain during kiln-drying at every air-dry term.
Legend:Air-dry term:—●— : 0months ;—■— : 1months ; —▲— : 6months ;-◆- : 12months



第2図　天然乾燥期間ごとの人工乾燥中のひずみ量変化（接線方向）
凡例：天然乾燥期間：—●—：なし，—■—：1か月，—▲—：6か月，-◆-：12か月

Fig. 2. The change of tangential direction strain during kiln-drying at every air-dry term.
Legend:Air-dry term:—●— : 0months ;—■— : 1months; —▲— : 6months ;-◆- : 12months

(1)　長さ方向のひずみ量

第1図に，人工乾燥中の長さ方向のひずみ量の変化を天然乾燥期間ごとに示す。天然乾燥なしと天然乾燥1か月の試験体は，含水率10%前後のひずみの変動が激しい。これは，これらの試験体内部において，人工乾燥中の水分移動が大きいことに起因する乾燥応力の影響と考えられる。したがって，曲がりや縦ぞり等に関わる長さ方向のひずみ変化の観点から見ると，天然乾燥期間6か月および12か月の条件が比較的無理のないスケジュールであることが示唆された。

(2)　接線方向のひずみ量

第2図に，人工乾燥中の接線方向のひずみ量の変化を天然乾燥期間ごとに示す。天然乾燥なしの試験体は，最終的なひずみ値が他の条件に比べて高く，実用的には長期の養生期間が必要であることが予想される。また，天然乾燥1か月と6か月の試験体は，含水率10%前後におけるひずみの変動が激しい。したがって，幅方向の収縮や幅ぞり等に関わる接線方向のひずみ変化の観点から見ると，天然乾燥期間12か月の条件が推奨されることがわかった。

(3)　割れ

第3表に，人工乾燥中に発生した割れ面積を天然乾燥期間ごとに示す。木表面と木裏面の比較では，試験体が乾燥とともに反っていくので，木裏面の割れ面積が大きくなる。天然乾燥の条件によっては，人工乾燥中に試験体表面の割れ面積が減少するために，一枚当たりの割れ面積がマイナスになるケース

第3表　天然乾燥期間ごとの人工乾燥中における割れ面積
Table 3. The comparison of check area during kiln-drying.

天然乾燥期間 Air-dry term	木裏面割れ面積 Check area of pith side (cm²)					総割れ面積(cm²) Check area of specimens
	平均値 av.	最小値 min.	最大値 max.	標準偏差 Standard Deviation	変動係数 Coefficient of Variation	平均値 av.
なし 0 months	0.12	0.01	1.02	0.30	2.57	0.13
1か月 1 month	0.05	-0.03	0.51	0.12	2.65	-0.08
6か月 6 months	0.04	-0.07	0.17	0.07	1.76	0.05
12か月 12 months	0.02	-0.06	0.15	0.06	1.53	0.03

もある。木裏面割れ面積の平均値では，天然乾燥なしの試験体が大きい。また，変動係数は天然乾燥なしと天然乾燥1か月の試験体が高くなっていることから，これらの条件のものは，試験体間のバラツキが大きくなっている。したがって，天然乾燥期間は6か月と12か月の条件が適していることがわかった。

（平成11～12年度）

（製材乾燥科）

Ⅱ.1.2.2　乾燥材の精密水分計測技術の検討

Development of Moisture Gradient Measuring System to Prevent the Deformation of Kiln-Dried Softwood Lumber

木材内部の水分分布に生じる偏り，すなわち水分傾斜は，それ自体が含水率の計測を難しくしているだけでなく残留応力の原因となっている。これは使用時に材の狂いとなって品質を著しく落とし，クレームなどのもととなる。これを正しく把握し十分低減されていることを見極めるには，木材を切断し含水率を測定する方法があるが，品質の維持には全数を測定する必要があり，非破壊で計測し仕分けする装置が求められる。

本研究では安価で，精度の高い非破壊水分傾斜計測技術を開発することを目的とした。具体的には，水分傾斜測定装置の開発と，水分傾斜が材料の狂いに及ぼす影響について検討することとした。

平成12年度は以下の結果が得られた。

(1)　水分傾斜計測用センサの検討，開発

仕上がり寸法10.5cmの正角材を対象として，CTスキャナで用いられている重畳積分法を改造したアルゴリズムを開発し，モデルによる測定電極の数，配置や水分傾斜像の再構成法を検討した。電極の数が少ないとたとえば内部の高含水率の範囲が円形であっても，方形に再生されてしまう等の影響があることが判明した。また，フィルターの設計が重要であり，場合によってはアルゴリズムを見直す必要があることも判明した。

(2)　水分傾斜とねじれ，曲がりとの関係の把握

トドマツとカラマツを対象に製材直後および高温乾燥後の心持ち正角材について，電気抵抗式含水率計を用いて水分傾斜を測定するとともに，ねじれ，そり，曲がりを測定する予備実験を行った。製材直後の材の中には短期間で大きくねじれるものがあり，今後，この傾向が全般的なものであるかさらに検討するとともに，長期的な変形挙動についても測定する予定である。

13年度は含水率傾斜計測用センサを試作し，アルゴリズムを改良すると共に，含水率傾斜が材の狂いに及ぼす影響について本試験を行う予定である。

（平成12～14年度）

（製材乾燥科）

Ⅱ.1.2.3　木材乾燥自動制御システムに対応する電気抵抗式含水率計の開発（共同研究）

Development of Conductance M.C. meter attached to the Full Automatic Control System of Lumber Kiln

(株)デックシステムは, 昭和62年に林産試験場と共同で開発した「木材乾燥自動制御装置」を製造販売しているが, 工場へ納入してからおおむね10年以上経過した製品については, 機械装置が老朽化しており, 場合によっては制御不能に陥るような不具合が発生している。特に含水率センサの消耗が著しい。これを機に開発から10年以上経た今, 含水率センサの利用状況を見直すと, 高精度な広葉樹材用と簡便な針葉樹材用の二種類にニーズが分極していることが判った。さらに, 平成12年に施行された住宅品質確保促進法の影響もあり, 特に針葉樹を扱う利用者から, 人工乾燥中の簡便かつ十分な精度の含水率測定機器を切望する声があがっている。

以上の背景から, 本研究では「木材乾燥自動制御装置」に対応する電気抵抗式含水率計を開発する。含水率計の設計・製作は(株)デックシステムが担当し, 含水率計の校正に必要な温度補正データの作成を林産試験場が担当した。

12年度は含水率計の試作品を完成させ, 温度補正データをとる実験系を組み立てた。

13年度は温度補正データを作成し, 製品にフィードバックすると共に実証試験を行う予定である。

（平成12～13年度）

（製材乾燥科, (株)デックシステム）

Ⅱ.1.3. 注入技術の改善・開発

Improvement and Development of Impregnating Technology

平成12年度取り組み研究テーマなし。

Ⅱ.1.4. 接着および表面処理技術の改善・開発

Improvement and Development of Gluing and Surface Treatment Technology for Wood

平成12年度取り組み研究テーマなし。

Ⅱ.1.5. 新加工技術の開発

Development of New Processing

平成12年度取り組み研究テーマなし。

Ⅱ.2.　生産工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Processes

Ⅱ.2.1. 製材・乾燥工程の合理化

Rationalization of Sawing Processs and Drying Process

Ⅱ.2.1.1　製材工場の製材機械実態調査

Investigation of Actual State on Sawmill Machinery in Lumbermills

林産試験場は, 新たな研究課題や施策を打ち出す際の判断材料とするため, 道内製材工場の鋸・製材機械の所有状況等の実態について調査を行い, 資料を収集してきた。昭和63年度に行った前回の調査から10年以上が経過しており, その間に製材業を取り巻く状況も変化している。よって現状の製材工場の鋸・製材機械の実態について調査を行った。

(1)　調査方法

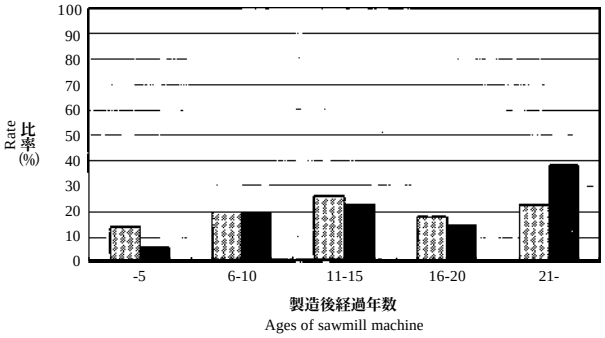
郵送調査法によるアンケート調査を行った。道内製材工場406社に調査票を郵送し, 135通を回収した。調査票を発送した時点で既に倒産や廃業等をしていたことが判明した企業を母数から除くと, その回収率は36%であった。

(2)　調査結果

調査の結果, 以下の知見を得た。なお,〔 〕の中の数値はすべて昭和63年度の値である。

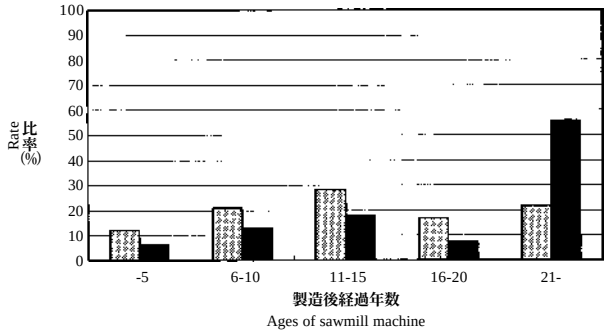
①工場の作業員構成

本調査の結果では14.3人であった。これは,「平成11年 木材需給報告書」による, 北海道の製材工場の1工場当たりの平均作業員数, 13.8人（平成11年12



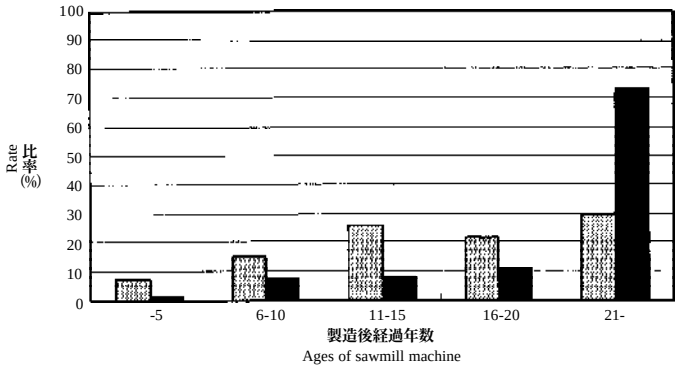
第３図　製造後経過年数（機材機械合計）
凡例：▒：昭和 63 年度，■：平成 12 年度

Fig. 3. Ages of sawmill machine (Total).
Legend:▒ : 1988 ;■ : 2000



第４図　製造後経過年数（送材車付き帯鋸盤）
凡例：▒：昭和 63 年度，■：平成 12 年度

Fig. 4. Ages of sawmill machine (Log Bandmill with feed carriage).
Legend:▒ : 1988 ;■ : 2000



第５図　製造後経過年数（テーブル帯鋸盤）
凡例：▒：昭和 63 年度，■：平成 12 年度

Fig. 5. Ages of sawmill machine (Table bandmill).
Legend:▒ : 1988 ;■ : 2000

月）とそれほど大きな相違はない。

工場作業員の部所別構成比率は，直接工である材の鋸断を行う作業員が53%，製材の仕分け・結束・運搬などの作業（以下，結束等の作業）の作業員が33%，土場作業員が11%，目立作業員が3%である。目立作業員がいる工場は少なく，全工場の28%に過ぎない。

②製材機械の製造後経過年数

第３図は昭和 63 年度と平成 12 年度の機械の製造後経過年数の比率を，製材機械全体について表したものである。これで見ると製造後21年以上経過している機械の比率が38%〔22%〕に増えたことが分かる。全体として機械設備の更新が不活発なため，機械の老朽化が進んでいることが分かった。

製材機械の中でも特に老朽化が進んでいるのは，送材車付き帯鋸盤とテーブル帯鋸盤である。

第4図～第5図は，昭和63年度と平成12年度の製造後経過年数の比率を，それぞれ送材車付き帯鋸盤，テーブル帯鋸盤ごとに表したものである。製造後21年以上経過している機械の比率が送材車付き帯鋸盤では56%〔22%〕に増え，テーブル帯鋸盤では73%〔30%〕に増えている。

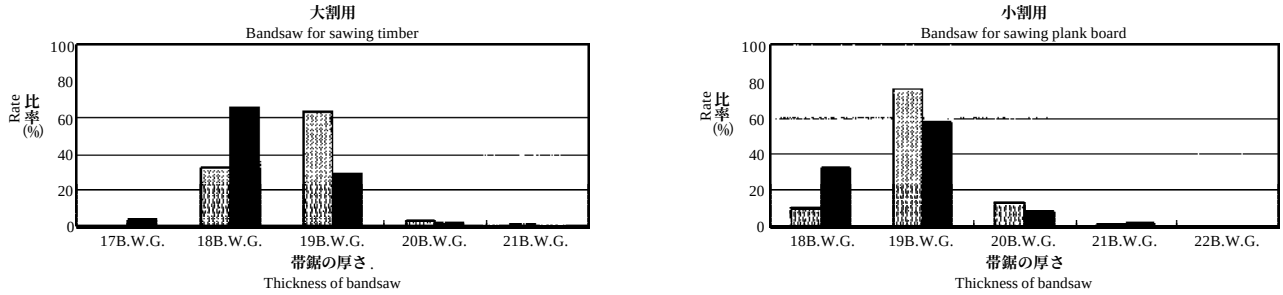
③製材機械（大割用）

(i) 製材機械（大割用）の構成比率

製材機械（大割用）の構成比率は送材車付き帯鋸盤が72%〔95%〕，台車付きツイン帯鋸盤が16%〔3%〕，その他が12%〔2%〕である。送材車付き帯鋸盤が減少し，台車付きツイン帯鋸盤が増加した。台車付きツイン帯鋸盤はその半数がカラマツを主に挽く工場にある。また，チッパーキャンターを導入した工場がいくつかあった。

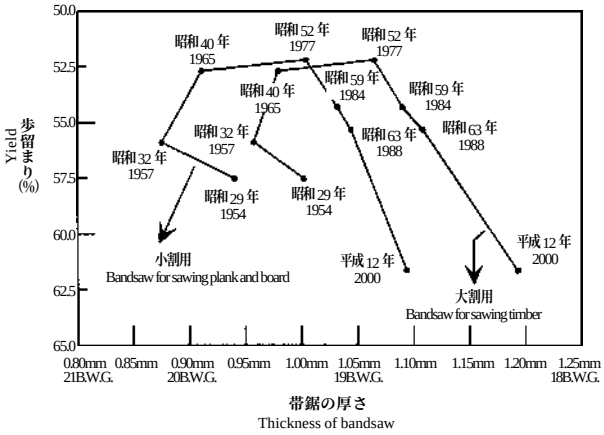
(ⅱ) 送材車について

送材車の操作方式は，送材車を操作するのにハンドルマンと指し目（歩出しを行う人）の２人の作業員が必要な自動送材車の比率が27%〔40%〕と減少し，作業員が１人ですべての操作を行うことのでき



第6図　帯鋸の厚さ
凡例：▒：昭和63年度，■：平成12年度

Fig. 6. Thickness of bandsaw.
Legend:▒ : 1988 ;■: 2000



第7図　歩留まりと鋸厚の推移
Fig. 7. Relationship between yield and thickness of bandsaw.

る全自動送材車の比率が71%〔60%〕と増加した。

送材車の送り方式は，紙車式が26%〔64%〕，油圧式が17%〔8%〕，電気式が50%〔29%〕となった。紙車式が大幅に減少し，電気走行装置を採用する送材車が増加した。

④製材機械（小割用）

(i) 製材機械（小割用）の構成比率

製材機械（小割用）の構成比率はテーブル帯鋸盤が41%〔79%〕，オートテーブル盤が18%〔22%〕，ツインテーブル盤が23%〔9%〕，リッパー・ギャングリッパーが10%前後である。テーブル帯鋸盤が大幅に減少し，ツインテーブルやリッパー・ギャングリッパーが増加した。

(ⅱ) テーブル帯鋸盤の送り方式

送り方式の構成比率は，手動送りのみが24%〔68%〕，縦ローラー付属が14%〔20%〕，横ローラー付属が17%〔7%〕，キャタピラ付属が45%〔5%〕であった。

テーブル帯鋸盤はかつては付属の送り装置が付いていないことが多く，腹押しは手動送りのみで材を送ることが一般的であった。しかし，今では付属の送り装置を補助にして材を送るものが多くなってきている。特にキャタピラが付いたテーブル盤が増えた。

⑤帯鋸について

(i) 帯鋸の鋸厚について

第6図は昭和63年度と平成12年度の帯鋸の鋸厚についてB.W.G.ごとの比率を表したものである。ちなみにB.W.G.（Birmingham Wire Gauge）は帯鋸の厚さを表す単位であり，大きい番号のものほど鋸の厚さは薄くなる。

大割用帯鋸は18B.W.G.が65%〔33%〕であり，19B.W.G.が30%〔63%〕だった。小割用帯鋸は18B.W.G.が33%〔10%〕であり，19B.W.G.が58%〔76%〕だった。大割用・小割用とも厚い鋸の比率が増えている。

第7図は歩留まりと帯鋸の鋸厚との関係を表したものである。これを見ると，歩留まりと鋸厚の関係は単純な比例関係とはなっていない。昭和32年度の調査時点までは，薄鋸の使用比率の増加とともに歩留まりも上がる傾向が見られた。しかし，昭和40年度の調査以降，帯鋸の鋸厚は一貫して厚くなっていく傾向が見られたにもかかわらず，歩留まりは昭和47年度まで上がり続ける。昭和48年度以降は歩留まりも下落傾向にあるが，これが帯鋸の厚鋸化だけに関係があるかどうかをはっきり断言することはできない。

(ⅱ) ステライト鋸の使用比率

帯鋸全体に占めるステライト鋸の比率は大幅に伸

び，74%〔25%〕であった。ステライトはコバルト，クローム，タングステンを主成分とする合金で高温に強く，耐磨耗性が高いという特徴がある。よってステライトを鋸歯に溶着させた帯鋸は，普通の帯鋸に比べて鋸歯の寿命が長い。

（ⅲ）帯鋸の外注加工の進展

帯鋸の加工・目立作業を外注に出す工場の比率は78%〔54%〕であった。外注先では個人事業者や鋸目立の専門企業に依頼するケースが最も多く，全体の68%〔27%〕を占めた。次に多いのが複数の製材工場が共同で設立する共同鋸目立加工所で，全体の24%〔15%〕を占めた。

外注加工の増加は，目立作業員の減少，またステライト鋸の比率の大幅な伸びに関係があると思われる。

主な調査結果は以上である。ツイン帯鋸盤の増加，ステライト鋸の普及など，設備の近代化への努力が見られる。反面，間接工である結束等の作業員が全作業員のほぼ1/3を占めていることが分かった。これは結束等の作業に対する省力化が十分進んでいないためと思われる。このことは今後の課題である。また，機械の老朽化が進んでいることが分かった。

（平成12年度）

（経営科）

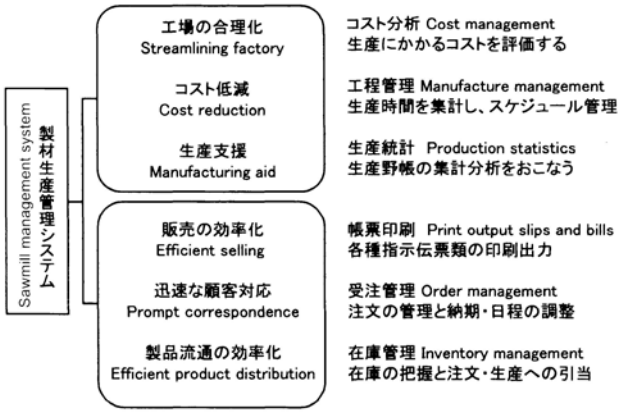
Ⅱ.2.1.2　製材業における情報システムの利用に関する研究

Development of an Information System for Sawmil1 0peration

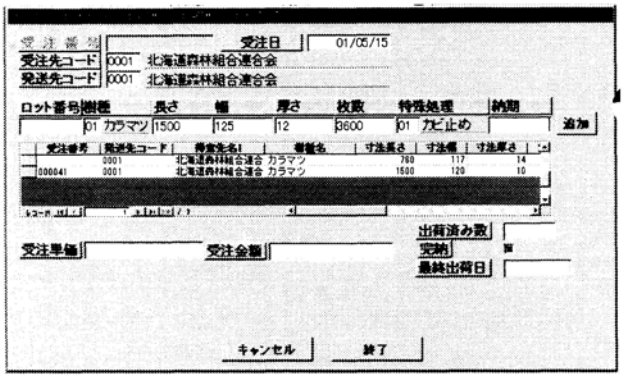
価格の安い外国産製材の輸入増加にともなって，国産製材の価格は採算ぎりぎりのラインにまで下落している。このような環境にある製材業において，生産コストの抑制・生産の効率化が急務である。

この問題を解決するには，自動化機械の導入による人件費の削減，生産の省力化・高速化が考えられるが，製材業全体の経営状況を考えると，生産機械に大規模な設備投資をすることは不可能である。他の製造業ではこの問題を克服するために，生産計画法で生産現場の省力化，管理の簡素化，迅速な顧客ニーズへの対応が行われている。

本課題では，製材工場において現場の勘や経験に



第８図　システムの体系
Fig. 8. The system overview.



第９図　機能画面の例（受注の入力）
Fig. 9. An example of functions (input orders).

頼ることの多い生産意志（木取り・生産スケジュールなど）の決定を支援し，在庫管理など効率的な製品物流を促進する生産・販売システムの構築を目標とする（**第8図**）。このシステムは安価なパーソナルコンピュータを核とし，梱包材工場を例として，受注～生産～出荷情報，原料在庫，顧客情報，原料価格等を管理し，納期スケジュール管理，原価管理等をおこなう試作プログラムである。プログラムは市販のデータベースであるMicrosoft Access®を土台にVisual Basic®を用いて構築し，開発・メンテナンスの迅速化をねらった。平成12年度は計画に基づき，システムの中心となる製品の受注，生産仕掛，出荷，原料の入荷について管理する機能（**第9図**）を作成した。作業および経営の形態によっては，各企業・工場の実情にあわせて機能の詳細を個別に調整する必要があると思われる。

（平成12～13年度）

（製材乾燥科，経営科）

Ⅱ.2.1.3　乱尺材対応型自動桟積装置の開発

Development of an Automatic Piling Device for Irregular Laminas

現在，桟積工程は，ひき板の寸法や桟木位置などを考慮し，ひき板を試行錯誤で並べ替えることで対応している。このため，作業に時間を要するだけではなく熟練者も少ないことから，コストダウンに向けた桟積みの自動化による省力化が必要になっている。本研究の目的は，これらの作業の機械化である。

本装置における，桟積方法は扱っているひき板やパレットのサイズにより配置を決定したうえで，そのデータに基づきひき板を並べることになる。

平成12年度は，桟積みにおけるひき板の最適配置を決定するソフトウェアの開発および桟積機構の概念設計を行った。その結果，開発したソフトに，ひき板の寸法，桟木位置，パレット長などを入力すると，現在手作業により試行錯誤で行っているひき板の適切配置をコンピュータ演算により自動的に決定することが可能となった。また，概念設計した桟積装置は，あらかじめひき板を材長ごとにストックしておき，X－Y方向に可動するスライダ上に設けた吸着パッドにより，一枚ずつ所定の位置に並べる機構とした。

13年度以降は，概念設計に基づき桟積装置を試作する予定である。

（平成12～14年度）

（機械科，製材乾燥科）

Ⅱ.2.2. 加工工程の合理化

Rationalization of Processing

Ⅱ.2.2.1　キリ材の効率的アク抜き技術の開発

Development of Effective Extraction Method for Color Changing Substances from Kiri Wood (*Paolownia tomentosa* Steud)

キリ材は軽くて丈夫，狂いが少ない，加工しやすい，水を吸いにくい，火に強いなど多くの長所を持っている。さらに材色が淡く，木理やツヤが美しいことから日本の伝統工芸の中で多用されている。主に本州方面でよく植栽されているが，北海道でも道南に多く植栽されており，そのキリ材は年輪が緻密であり，評価が高い。

しかしながら，キリは抽出成分が多く，アク抜きをしないと材色が暗赤色から，暗紫色に変化することが知られている。このため，屋外に長期間放置し抽出成分を除去するという手法が昔から一般にとられている。このアク抜きの期間を短縮することはキリ材利用のコスト削減の観点から重要である。

そこで本課題ではキリ材の簡便なアク抜き法の開発，キリ材の高品質化ならびに低コスト化を目指すこととした。

平成11年度は着色の原因物質について基礎的な検討，除去方法，浸水アク抜きの効率改善に関する検討を行った。

基礎的な検討の結果，着色の原因物質は有機溶媒抽出物中にも熱水抽出物中にも存在することが明らかになった。したがって原因物質除去は水抽出によっても，有機溶媒抽出によっても可能と思われた。ただし，キリ材は極端に浸透性が悪く，浸せきによるアク抜きは時間がかかるものと予想された。

そこで浸透性改善の手法として，超音波照射と繊維関係の分野で用いられる浸透剤の効果を検討した。その結果，超音波照射ではやや効果が認められたものの，設備投資等のコストに見合うほどではないと判断された。浸透剤ではほとんど効果が認められなかった。

12年度は，引き続き新たな手法による浸透性改善の検討および浸せきによるアク抜きに替わる変色防止法について検討した。

浸透性改善の手法としてタイプの異なる繊維用浸透剤を利用した方法を用いた。その結果，11年度以上の効果は得られなかった。

浸せきによるアク抜きに替わる変色防止法として，薬剤塗布による方法を検討した。着色メカニズムは主にキノン生成，酸化重合と推測される。そこでキノン生成の抑制に効果的と思われる薬剤としてホウ酸，マレイン酸等を用いた。酸化重合の抑制に効果的と思われる薬剤としてポリエチレングリコールを用いた。さらにホウ酸，ポリエチレングリコールの併用も試みた。これらの塗布処理に関する長期の効果を観察するため，材色経時変化の測定を継続中である。

（平成 11 ～ 12 年度）
（化学加工科）

Ⅱ.2.3. 合板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Plywood

Ⅱ.2.3.1　内装用針葉樹合板の製造

Manufacturing of Interior Softwood Plywood

合板用原木は南洋材から針葉樹材への樹種転換が急速に進んでいるが，そのほとんどは構造用，型枠用であり，今後は内装用としての利用の拡大が望まれている。また，北海道内の人工林においてカラマツ，トドマツの中大径材の生産量が増加する見込みであり，これらの原木の有効利用という視点からも内装用針葉樹合板の開発は重要である。しかし，針葉樹材を内装用合板として利用する際，抜け節が多い，表面が粗（あら）く割れが生じるなどの問題があり，これらの欠点を解決する必要がある。また内装材としてどのような種類の単板が好まれるか明確ではない。そこで平成12年度は抜け節防止法の検討，単板の種類，単板厚さと表面割れの検討，および官能試験によるイメージ調査を行った。

(1)　抜け節防止法の検討

12年度は道産トドマツ単板を用いて，単板乾燥時の単板厚さ，仕上がり含水率と抜け節の関係を検討するとともに抜け節防止法の検討を行った。抜け節防止法は単板乾燥前に死節にテープを貼る方法，接着剤を塗布する方法の2つを検討した。

抜け節の評価は抜け節率（死節の数に対する抜け節の数の比）によって行った。抜け節率は単板厚さ1.6mmでは26%，厚さ2.4mmでは19%となり，単板厚さが厚いほど低くなった。また，抜け節は無処理に比較してテープを貼る方法ではおよそ7割から8割，接着剤を塗布する方法では9割以上減少した。

(2)　単板の種類，単板厚さと表面割れの検討

カラマツ，トドマツ，スギの3樹種のロータリー，スライス，ソーン単板を表面に用いた内装用合板を試作した。これらの合板について，乾湿繰り返し試験を行い，樹種，単板の種類，単板厚さと表面割れについて検討した。その結果，表面割れはトドマツ＜スギ＜カラマツの順に多くなった。また全樹種に共通して，ロータリー単板の表面割れが多い傾向が認められたが，単板の種類，単板厚さと表面割れの間には明確な関係は認められなかった。

(3)　官能試験によるイメージ調査

試作した内装用合板を用いて，林産試験場職員を対象に官能試験によるイメージ調査を実施した。試験は10組の形容語対と7段階の尺度を用いたSD法によって行った。試験の結果，10組の形容語は大きく分けて「軽快感」と「安らぎ感」の2つの因子に集約することができた。「軽快感」は樹種による影響を受け，カラマツ＜スギ＜トドマツの順に高くなった。「安らぎ感」は単板の種類による影響を受け，ロータリー単板に比較して，スライス単板，ソーン単板が高くなった。また，無節の合板では「安らぎ感」は高くなった。

（平成 10，12 ～ 13 年度）
（合板科，デザイン科）

Ⅱ.2.3.2　複合フローリングの狂い防止について

Reducing of Warp in Manufacturing Process of Composite Flooring

複合フローリング1種は，構成上バランスのとれた合板の表板側に単板を接着するため狂うことが多い。この狂いに関しては実験的なデータがほとんどないため，フローリングメーカーでは経験的に対処していることが多く，根本的な解決が図れないのが現状である。また，直張フローリングでは裏側から鋸目を入れて狂いを抑えるとともに，剛性を低下させて施工しやすくしているが，鋸目が深すぎると重量物を置いたときには破壊を生ずることもあり，鋸目を入れすぎることは必ずしも好ましくない。そこで本試験では製造条件が狂いに与える影響を明らかにし，狂いの少ない製造条件，製造方法を求めた。

本試験で使用した台板と単板，および接着剤は特に明記の無い限り，台板は厚さ9mm（5プライ）の南洋材合板，単板は厚さ2～3mmのナラ，カバ，タモのロータリー単板，接着剤は水性高分子－イソシアネート系木材接着剤（水性ビニルウレタン）である。接着条件を第4表に示す。狂いは長さ方向の中央の矢高を測定して狂いとしたが，製造後8週間ま

第4表　接着条件
Table 4. Glue condition.

配　　合 Mixing	主剤：架橋剤＝100 : 10 Resin　　Hardner
塗 布 量 Glue spread	22～23g/900cm^2
圧　　締 Pressing	室温－1.18Mpa(12Kgf/cm^2)－60min Room temperature
大 き さ Size	幅45cm×長さ90cm Width　　Length

第5表　台板の単板構成
Table 5. Veneer constuction of base plywood.

(mm)

記号 Mark	表　板 Face	＋	そえ心板 Cross band	＋	心　板 Center core	＋	そえ心板 Cross band	＋	裏　板 Back
a	1.6	＋	2.7	＋	2.2	＋	2.7	＋	1.6
b	1.6	＋	2.2	＋	2.5	＋	2.2	＋	2.5
c	1.6	＋	2.2	＋	2.2	＋	2.2	＋	2.7

第6表　台板と単板の含水率および放置条件
Table 6. Moisture content of base plywood and veneer, and exposure condition.

記号 Mark	台板(%) Base plywood	単板(%) Veneer	放置条件 Exposure condition
d	5～6	5～6	ポリエチレンシートに包む Wrapped with polyethylene sheet
e	12	12	20℃－RH65%の恒温恒湿室 Exposed in 20 ℃－RH65% condition
f	18	18	20℃－RH90%の恒温恒湿室 Exposed in 20 ℃－RH90% condition
g	5～6	12	20℃－RH65%の恒温恒湿室 Exposed in 20 ℃－RH65% condition
h	12	5～6	20℃－RH65%の恒温恒湿室 Exposed in 20 ℃－RH65% condition

で桟の間に立てかけた状態で，室内または恒温恒湿室に放置して測定した。

以下に，本試験で取り上げた製造条件と試験方法を示す。

(1)　単板厚さの影響

厚さ0.9, 1.9, 3.3mmのナラロータリー単板を台板に接着し，単板厚さが複合フローリングの狂いに及ぼす影響を測定した。

(2)　台板の単板構成と狂い

第5表に示す3種類の単板構成の台板を製造し，この表面に単板を接着した複合フローリングの狂いを測定した。

(3)　接着剤の種類の影響

エポキシ樹脂接着剤で単板を接着した複合フローリングの狂いを測定した。この場合の圧締時間は24時間とした。

(4)　台板と単板の含水率の影響

第6表に示す台板と単板の含水率の組み合わせの複合フローリングを製造し，それぞれ表に示す雰囲気に放置したときの狂いを測定した。

(5)　鋸目の入れ方の影響

以下の4種類の方法で台板の幅方向に鋸目を入れた複合フローリングを製造して狂いを測定した。鋸目の深さは心板まで，本数は22本/90cmである。

①単板を接着前に台板裏側に入れる。

②単板を接着前に台板表側に入れる。

③単板を接着前に台板両面に入れる。

④単板を接着後に台板裏側に入れる。

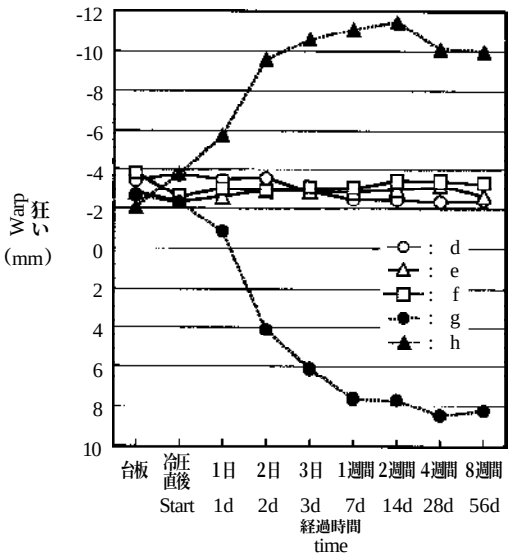
(6)　台板の剛性の影響

(1)～(3)までの試験に使用した台板のヤング係数をあらかじめ測定した。これらの台板のヤング係数と複合フローリング製造後の狂いの相関性を調べた。

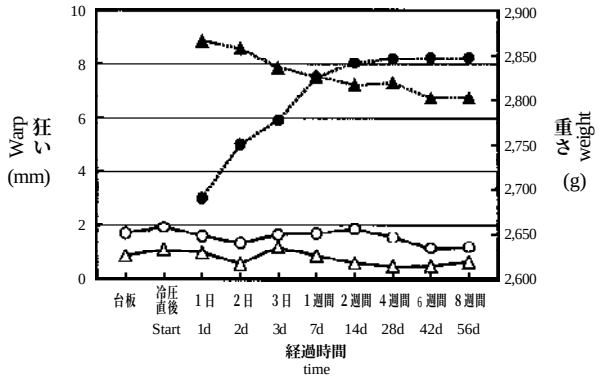
試験の結果は以下のとおりであった。

(1)　単板厚さの影響

単板厚さは複合フローリングの狂いに大きな影響を与えなかった。



第10図　台板と単板の含水率が狂いに及ぼす影響
Fig. 10. Effect of moisture content of base plywood and veneer on composite flooring warp.



第11図　吸湿または乾燥条件に放置した複合フローリングの狂いと重さ
凡例：-○-：d－狂い，-△-：e－狂い，-●-：d－重さ，-▲-：e－重さ

Fig. 11. Warp and weight of composite flooring exposed in moisture absorption and drying condition.
Legend：-○-：d－warp；-△-：e－warp；-●-：d－weight -▲-：e－weight

(2)　台板の単板構成と狂い

表裏の単板厚さが異なる台板は，台板製造時に狂いが生じた。すなわち裏板の厚いb，cは裏側に凸になり，この狂いが単板を接着した後の複合フローリングの狂いにも影響した。

(3)　接着剤の種類の影響

水性ビニルウレタンで接着した複合フローリングは，冷圧直後は表側に凸になる傾向を示したが，エポキシ樹脂接着剤を使用すると，その傾向は認められず，狂いも比較的小さかった。

(4)　台板と単板の含水率の影響

結果を第10図に示す。図で正の値は表側に凸，負の値は裏側に凸の狂いである。

この図で分かるように，台板と単板の含水率が同じで，その後大きな含水率の変化がない条件に放置すると，その絶対値に関わらず狂いは小さかった(d, e, f)。しかし，台板の含水率が単板より低いと大きく裏側に凸になり（g），高いと表側に大きく凸になった（h)。

次に同含水率条件（第6表のdとe）で接着した複合フローリングを，dは吸湿，eは乾燥条件に放置したときの狂いを測定した。その結果を第11図に示す。いずれも重さは変化している，すなわち全体の含水率は変化しているが狂いは小さかった。

以上の結果から複合フローリングの狂いには接着時の台板と表板の含水率の差の影響がもっとも大きいと考えられる。

(5)　鋸目の入れ方の影響

台板に鋸目を入れると入れた側に凹になった。特に単板を接着する前に入れると大きく，単板を接着後もその狂いの状態が残った。単板を接着後裏側に鋸目を入れても，入れた側に凹になった。

(6)　台板の剛性の影響

台板のヤング係数が7.84～10.8GPa（80～110tonf/cm^2）の範囲では，狂いとの間に相関は認められなかった。

以上の結果から，狂いの小さい複合フローリングを製造するには，台板と単板の含水率はできるだけ同一にし，その含水率は製造場所の平衡含水率に等しい値にすることが望ましい。

エポキシ樹脂接着剤の使用は狂いを減少するが，水溶性でないため作業性は容易ではない。

鋸目を入れることは剛性を低下させて施工を容易にするが，狂い抑制には大きな効果は期待できない。

（平成12年度）

（合板科）

Ⅱ.2.4. 成形板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Board

Ⅱ.2.4.1　道内資源を原料としたMDFの検討

Study on MDF Production Technology Using the Raw Material in Hokkaido

近年，MDF需要が急速に拡大し（2000年実績：90万m³/年），割高ではあるが品質の高い国産品に対する需要は国内4社で48%を占めている。しかし，木質パネルの年間需要1200万m³/年からみるとMDFの占める割合は低く，道内需要（約2万m³/年）も少ない。これは，MDFが比較的新しい材料で，より高い材質を求められているためである。しかし，将来的には，住宅下地材等の構造用途への適用により2015年には現在の約3倍の需要が見込まれている。また，建築用途については道内需要も多い。

一方，道内では今後大量に出てくるパルプチップ，建築解体材など低質材の用途開発が大きな課題となっている。

以上のことから，これら低質材を原料として，高性能化により将来的に需要が見込めるMDFへの加工技術を検討する必要性は高い。またMDF材質の向上や建築解体材の利用については，国内MDFメーカーからの要望も高い。

そこで，平成12年度は，トドマツパルプチップを原料としたMDFの製造試験を行った。粒度特性，プレス条件などの検討を行った結果，第7表に示す製造条件で，第8表のとおりJISの最も高強度な30タイプの基準値を満足する高性能なMDFが得られた。

（平成12，14年度）

（成形科）

第7表　製造条件

Table 7. Manufacturing conditions of MDF.

原　材　料 Raw material	トドマツチップ Todomatsu (*Abies sachalinensis*) chip
設　　定 Target	層構成：単層 Construction of boards: Single-layer 寸　法：280×280×9mm Size
接　着　剤 Resin	メラミン・ユリア共縮合樹脂: 15%[a)] Melamine urea formaldehyde
ワ　ッ　ク　ス Wax	エマルジョン型：1.0%[a)] Emulsion type
フォーミング Forming	フォーミングマシンで無配向 Non-oriented by forming machine
熱 圧 条 件 Pressing	188℃，3分 min.

注：a) 全乾木質重量比

Note : a) Based on oven-dry weight of wood.

第8表　性能試験結果(JIS A 5905に準拠)

Table 8. Properties of boards(According to Japanese Industrial Standard).

試験項目 Test method	試作MDF Manufactured MDF
密度(g/cm³) Density	0.72(0.35以上0.80未満[5)]) (0.35 or over up to and excl. 0.80[5)])
IB[1)] (MPa)	0.5 (0.5以上[5)]) min.
MOR[2)] (MPa)	35.5 (30.0以上[5)]) min.
MOE[3)] (GPa)	3.1 (2.5以上[5)]) min.
TS[4)] (%)	5.4 (12以下[5)]) max.

注：1): はく離強さ，2): 曲げ強さ，3): 曲げヤング係数，4):吸水厚さ膨張率(24時間常温水浸せき)，5): JIS基準値(MDF，30タイプ)

Notes: 1): Internal bond; 2): Modulus of rupture; 3): Modulus of elasticity; 4): Thickness swelling (24-hours immersing at 20±1℃); 5): Requirement of JIS (MDF, 30type).

Ⅱ.3.　開発製品の市場性の評価

Assessments of Market-Performance of Developed Products

Ⅱ.3.1. 市場性の分析

Analysis for Market-Performance

平成12年度取り組み研究テーマなし。

Ⅱ.3.2. 製造コストの低減化

Curtailment of Manufacturing Cost

平成12年度取り組み研究テーマなし。

Ⅲ．未利用森林資源の活用を促進するための技術開発

Technological Development for Utilizing Un-or Less-Used Forest Resources

Ⅲ.1.　化学的・物理的手法による利用技術開発

Development of Utilization Technology of Wood by Chemical / Physical Method

Ⅲ.1.1. 木材の炭化物としての利用技術の開発

Development of Utilization Technology for Charcoal Products

Ⅲ.1.1.1　木質炭化物の化学処理による環境調和型資材の開発

Development of Environmental-Friendly New Materials by Chemical Processing of Heat-Treated Wood

道産小径間伐材のチップはコスト高で製紙用に受け入れられないため，新たな用途開発，高付加価値化が急務となっている。その一つに樹種，形状の多様な材料を活用する技術として現在熱処理が注目されている。木質材料は熱処理条件の制御により，多数の活性官能基の生成，疎水性の付与等有用な化学構造，物性の変化が生じる。さらに熱処理により付与される諸性質を利用し，簡便な化学処理を行うことにより，多様な用途開発が期待できる。これまでに，木質材料を250～300℃付近の温度域で熱処理した後，アミン蒸気と反応させることにより，ペースト状の液化物が得られることが判明している。すなわち，熱処理条件，液化条件を適切に設定することにより，木質材を簡便に液化・溶解しうるとともに，この技術を応用することにより，木質系生分解性素材等への転換が期待できる。

そこで本研究では，木質材料の熱処理による化学構造変化さらに簡便な化学処理での反応性を利用し，生分解性樹脂材料，イオン交換材料など環境調和型資材の開発を試みた。

これまでの試験結果では，液化に適した木質材料の熱処理条件として，処理温度は275℃付近が適しており，液化処理後の不溶解残さ率は約1%となった。また熱処理時間は2時間以上，空気雰囲気での処理が望ましいことがわかった。液化条件として，常圧下では処理温度40℃，4時間以上の気相処理が望ましく，効果的に炭化物と薬剤との反応が進行することがわかった。

平成12年度は，液化挙動に及ぼす炭化物試料形状，液化処理試薬の影響を検討した。さらに炭化物のイオン交換体としての性能評価を行った。

形状の異なる木質材試料を275℃で熱処理後液化処理した結果，粒度9～16mesh，繊維状，1mm厚単板の形状では不溶解残さ率が10%以下となった。したがって，のこくず，かんなくず等は分別せずに使用可能と考えられた。一方チップもしくはより大きな形状の材料では，粉砕等の前処理が必要と思われた。液化処理試薬としてエチルアミンが最適であった。

炭化物のイオン交換体としての能力は，市販セルロース系イオン交換体と同等と思われた。イオン交換により$Pb2^{+}$, $Cu2^{+}$等の金属イオンを効果的に担持した。またガスに関してはアンモニア以外にホルムアルデヒド吸着能が示された。

（平成12～14年度）

（化学加工科，物性利用科）

Ⅲ.1.1.2　簡易型低温炭化物製造装置の開発（共同研究）

Developement of Simplified Rotary Kiln for Heat-Treatment of Wood-Chip and Wood-Chipdust

近年，木材の熱処理によって付与される性質を利用して脱臭剤，調湿材，吸着材，電磁遮へい材料，景観材料等様々な用途が提案され，その性能評価等について報告がなされている。

これらの性能は，炭化条件の相違に基づくものであり，適切に製造条件を制御することで付与しうるものである。このため，希望する用途に沿った製品の製造をするためには，炭化システムおよび装置の検討をしなければならない。

300℃付近の温度領域の炭化では，活性炭のような細孔構造の発達は期待できないが，有用な化学構造の変化が生じるため，化学的性質を利用した製品開発も期待できる。これまでの林産試験場における研究例として，木質材の300℃付近の低温領域，空気雰囲気下の炭化では，カルボキシル基，ラクトンなど酸性官能基の生成等化学構造の変化，塩基性物質吸着能の増大，イオン交換能等が報告されている。また炭化物の液化挙動についての報告がある。さらに景観材料，油吸着材としての利用例も報告されている。しかし，既存の連続式炭化装置は，600～1,000℃付近の温度制御を想定したものが多く，この温度領域での精密な温度制御が困難であった。そこで本研究では，木材チップおよびチップダストを原料として，300℃付近の温度領域における，より精密な温度制御と簡易な雰囲気制御，連続的な炭化が可能な低温炭化物製造装置の開発を試みた。装置の設計，試作，さらに得られた炭化物の性能評価を行った。

まず装置の形式は，安全性，操作性の面からロータリーキルン炉とし，処理能力を1日当たり4m^{3}程度の規模の装置とした。より精密な温度制御を行うため，熱源には電気ヒーターを用いた。装置を試作し，炉内温度調整，原料滞留時間調整を行ったところ，温度制御，原料排出状況とも良好であった。300℃付近の温度域における試験運転によって，所定量の炭化物を得た。

得られた炭化物の基本物性の評価としてJIS-M8812工業分析法に基づき固定炭素，水分，灰分，揮発分の測定を行った。その結果，炭化温度と測定値との関係は既報のものとほぼ同等であった。

炭化物化学構造をFT-IR，アルカリ吸着試験により分析した結果，300℃付近における高酸素分圧での処理と低酸素分圧での処理で炭化物化学構造に相違が観察された。すなわち，高酸素分圧で得られた炭化物に，より多量のカルボキシル基等酸性官能基の生成が示唆された。

エチルアミン蒸気処理の結果，高酸素分圧で得られた生成物では，アミンの結合等液化挙動に伴う化学構造変化が観察された。

悪臭物質の吸着性能評価としてアンモニア吸着試験を行った結果，高酸素分圧で得られた生成物では，アンモニア残存率は1%以下となり吸着能が認められた。液化およびアンモニア吸着能に関しての最適条件は，本装置においても実験室規模のものと同様に300℃付近の温度域，空気を多く含む雰囲気であると思われた。

（平成12年度）

（化学加工科，物性利用科，
利用部長，竹花主任SP，
竹内木材(資)）

Ⅲ.1.2. 木材の粉砕物としての利用技術の開発

Development of Utilization Technology for Wood Particles

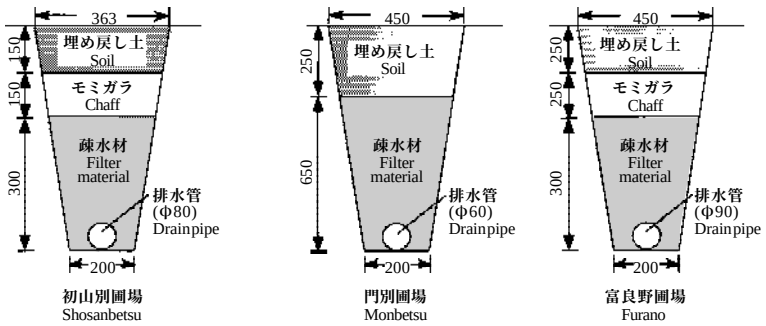
Ⅲ.1.2.1　木質チップの暗渠用疎水材への利用

Utilization of Wood Chips for Filter Material of Underdrainage

これまで，カラマツチップが暗渠疎水材として優れた性能を有することが明らかにされている。本研究では適応樹種の拡大，より安価な木質チップ疎水材の開発を目的として，樹皮付きチップ，抜根，トドマツチップの暗渠疎水材としての適性について検討した。

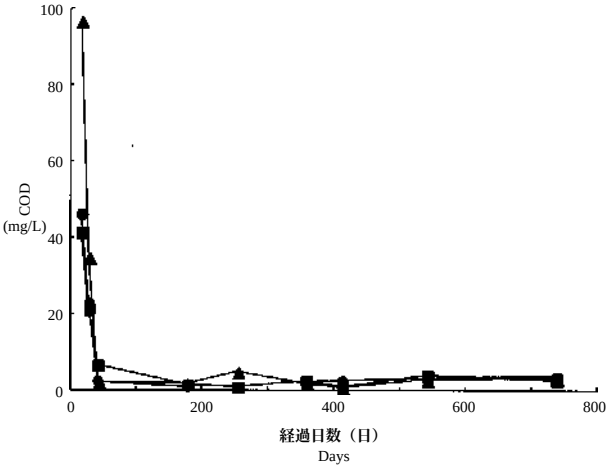
(1)　試験圃場の概要

初山別（しょさんべつ）村にトドマツチップ，混交林抜根チップ（針葉樹と広葉樹抜根混合），門別町にカラマツチップ，カラマツ抜根チップ，混交林抜根チップ，富良野市



第1図　暗渠の概要

Fig. 1. Sectional view of the underdrainage. (mm)

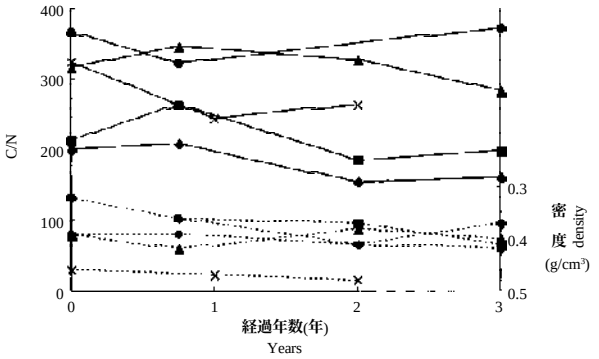


第2図　CODの経日変化

凡例：●：カラマツチップ，▲：カラマツ樹皮付きチップ，■：混交林抜根

Fig. 2. COD of underdrainage.

Legend：●：Japanese larch chips；▲：Japanese larch chips with bark ; ■：Stump chips from mixed forest



第3図　疎水材のC/N 比と密度の経年変化

凡例：——：C/N比，-----：密度，●：カラマツチップ，▲：カラマツ抜根，■：混交林抜根，◆：混交林抜根(75×75mm)，×：トドマツチップ

Fig. 3. Changes of C/N and density of filter materials.

Legend：——：C/N；-----：Density；●：Japanese larch chips；▲：Japanese larch stump chips；■：Stump chips from mixed forest ；◆：Stump chips from mixed forest (75×75mm)；×：Saghalin fir chips

にカラマツチップ，カラマツ樹皮付きチップ，混交林抜根チップを疎水材とした暗渠（第1図）を施工し，それぞれの排水性と排水の水質，疎水材の耐久性，作物への影響などを調査した。抜根チップは125×75mmに粉砕したものを使用した。また，門別圃場には疎水材層の上部10cmに75×75mmの混交林抜根チップを入れた混交林抜根チップ暗渠を施工し，チップの耐久性を検討した。

(2)　排水性と暗渠排水の水質

各木質チップ疎水材暗渠の排水量を調査した結果，いずれの暗渠も排水性が良好であった。また，暗渠の排水を採取し，水質を調査した。化学的酸素消費量（COD）は暗渠施工直後は高いが，時間の経過とともに低下した（第2図）。生物化学的酸素消費量も同じ傾向を示した。チップ成分の分析の結果，施工直後の値が高いのはチップに含まれる水溶性成分が溶出したためであり，それらの成分は施工後約1か月程度で流出すると考えられた。また，施工直後の暗渠排水を用いたコマツナの発芽試験を行った結果，発芽率は通常の営農許容範囲の90％を確保していた。

(3)　チップの耐久性

暗渠施工後，2～3年経過した木質チップ疎水材のアルカリ抽出率，C/N 比，密度を測定し，チップの耐久性を検討した（第3図）。いずれのチップも腐朽によるアルカリ抽出率の増加は認められなかったが，施工後年数が経つにつれ，C/N比と密度が減少した。カラマツチップとカラマツ抜根チップはわずかに腐朽しており，トドマツチップと混交林抜根は，カラマツチップよりも腐朽の進行が速いと考えられた。しかし，暗渠施工後3年では，疎水材としての性能に影響を与えるような腐朽は認められなかった。

(4)　作物の生育と収量に及ぼす影響

疎水材の作物への影響調査として，カラマツ樹皮付きチップ，トドマツチップおよび混交林抜根チップを充てんしたポット試験を行い，根圏域への影響を調査した。その結果，茎葉部，根部ともに生育は良好で，疎水材周辺まで健全な根が伸長していることが確認された。また，門別圃場ではオーチャードグラスの生育や収量が良好であり，木質チップ疎水材は作物に影響がないことが確認された。

(5)　木質チップ疎水材の特徴

木質チップ疎水材の特徴や使用上の留意点は以下のとおりである。

①針葉樹チップ

カラマツやトドマツなどの針葉樹チップは排水の水質に問題はなく，作物への影響がないことから疎水材として使用できる。

②樹皮付き針葉樹チップ

暗渠排水の水質に問題はなく，作物に影響を与える物質の溶出がないことから，カラマツチップと同様に使用できる。通常，原木をチップ状に粉砕した場合，樹皮の材積は原木の材積に対して10%程度である。樹皮の割合が高くなると作物への影響が懸念されるため，樹皮付きチップにさらに樹皮を添加することは好ましくない。

③抜根チップ

抜根チップは透水性が良好な資材である。暗渠排水の水質に問題はなく，作物に影響を与える物質の溶出はない。疎水材として使用した場合の土砂の混入は，これまでに確認したところ，4%以下（重量）であり，問題はなかった。抜根チップを製造するときは，原料に付着している土砂を除去して，土砂付着率を4%以下（重量）にする。また，75×75mm～125×75mmのチップが扱いやすいことから，これに準じる破砕サイズにする。

（平成9～12年度）

（成分利用科，耐朽性能科）

Ⅲ.1.3. 木材等の成分の利用技術の開発

Development of Utilization Technology for Constituents of Wood

Ⅲ.1.3.1　樹木成分に由来する獣害抑制物質の利用と製剤化（共同研究）

Development of Antifeedant against Voles from Chemical Components of Woody Plants

（平成12～13年度）

（成分利用科，北海道立林業試験場，(株)北海三共）

Ⅲ.1.3.2　カラマツ由来の資源の有効利用に関する研究（共同研究）

Utilization of Japanese Larch (*Larix leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord.) Components by Chemical Processing

（平成12～13年度）

（化学加工科，(株)生物有機化学研究所）

Ⅲ.1.4. 森林バイオマス資源の利用技術開発

Development of Utilization Technology of Bio-Mass from Forest

Ⅲ.1.4.1　組織培養法による耐そ性物質の生産

Production of the Antifeedant in Cell Cultures of Woody Plants against Voles

カラマツにおける耐そ性の個体間の相違は，含有成分量（ステロイド類や精油）に影響される。そして，被害を受けたカラマツは，カルス形成により順次不完全であるが，自己治癒する。このときカルスにはステロイド類，精油などの有用成分が増加する。本研究は組織培養法で誘導したカルスを用いた，耐そ性物質の生成条件や耐そ剤の開発について検討する。

平成12年度はカラマツカルスの誘導および培養条件を検討し，カラマツカルスに含まれる成分の分析を行った。

(1)　カラマツカルスの誘導および培養条件の検討

Schenk and Hidebrandt液体培地を基本培地に用いて，カラマツ成木当年枝のシュート頂からカルスを誘導した。培養条件は温度25℃，光条件は蛍光灯による連続照射下での回転培養とし，6－Benzylaminopurine (BA) の濃度を変えて経時的にカルスの生長率を調べた。その結果，BA濃度2.0

～4.0 mg/lでは，3週間の培養期間に新鮮重量で9～10倍に生長した。

(2)　カラマツカルスの耐そ性成分

カラマツカルスを酢酸エチル抽出し，耐そ性成分の分析を行った。カラマツカルスの酢酸エチル抽出物は，カルス新鮮重量に対して約1%であり，3週間の培養期間を通してその割合に変化はなかった。また，耐そ性成分であるシトステロールは，酢酸エチル抽出物に2%程度含まれていた。

（平成12～14年度）

（成分利用科）

Ⅲ.1.4.2　トドマツ精油の高付加価値化（事業化特別研究）

Aromatic Utilization of Essential Oil of Todomatsu (*Abies sachalinensis* Mast.)

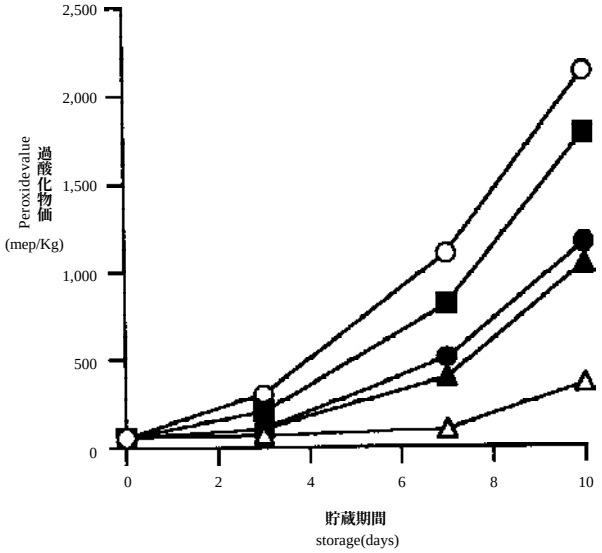
トドマツ人工林の多くが間伐期を迎えている。トドマツ人工林は過密な環境にあり，間伐時にその針葉が集中的に放置されることは，林床の健全化を困難なものとする。一方，トドマツ精油にはリフレッシュ効果や消臭効果があり，特にリフレッシュ感は他の植物との差別化が可能な効果とされている。そこで，トドマツ精油を活用した高付加価値商品の開発を目的に，精油の生理機能の検討，精油の品質の安定化，芳香剤としての成型化および生活空間への利用技術の開発を行った。

トドマツ樹葉は，採取時期によって精油含有量が異なり，初夏の頃が一番多く，3月くらいにはその半分程度になる。これに伴い成分，香りも変化する。またトドマツ精油は，加熱や酸化によって忌み嫌われる香りとなりやすく，蒸留時間，蒸留温度，使用原料（枝条の混入，枯れ葉の混入など）によって，香りは大きく変化した。また，トドマツ樹葉を当年生から各年代ごとに分別し，それぞれフラスコに入れ，3時間蒸留して精油量を調べた（第1表）。当年生葉の精油は極めてフレッシュな香りで，他の年代とは異なるものであった。また，精油量は2年生が最も多く，古い葉ほど低下が見られた。そして，4年生までの葉は樹葉全体の9割の重量に達し，精油量も5年生までが多く安定であることが分かった。このことから，葉の収穫は4～5年生までを対象にするべきである。さらに，4年生までは大きな枝が侵入しないことから比較的効率よく収穫できるものと思われる。

第1表　葉齢と精油量

Table 1. Ages of Todomatsu-leaf and oil content.

葉齢 (Year) Age	樹葉の重量（側枝あたりの重量%） Weight of leaf on branch	精油量 (ml/100g) Essential oil
1	19.6	3.54
2	25.6	3.82
3	28.4	3.12
4	17.5	2.75
5	7.2	2.90
6	1.7	1.11
7	0.1	―



第4図　樹皮抽出物のα－ピネンに対する抗酸化能

凡例：○：コントロール，△：トコフェロール1%，●：トドマツ5%，▲：カラマツ5%，■：シラカンバ5%

Fig. 4. Antioxidant effects of extracts of bark on α-Pinene.

Legend：○：Control；△：Tocopherol 1%；●：Todomatsu 5%；▲：Karamatsu 5%；■：Shirakanba 5%

さらに，香りの固定化，調合方法を検討した。ワックスを香りの固定化材料とすることで，約2か月間芳香性の良好な成型物が得られた。また，トドマツオイルをベースノートに香料を加え，北海道の四季をコンセプトとしたフレッシュ感のある香りを創出した。従来のウッディ系の香りとの差別化には，新しいグッズ製品の考案，高級路線での調合が重要と思われた。

第2表　カラマツ樹皮の化学組成
Table 2. Extracts of Karamatsu-bark (*Larix leptolepis*).

(%)

	ヘキサン n-Hexane	エーテル Diethyl ether	酢酸エチル Ethyl acetate	ブタノール n-Butyl alcohol	アセトン-水 Acetone-water
内樹皮 Inner bark	4.47	0.79	8.82	42.71	43.22
外樹皮 Outer bark	3.78	30.69	13.18	34.39	17.96

トドマツ樹葉の主要成分であるα-ピネンなどは酸化されやすく，香りの安定化には酸化防止剤の添加が必要である。その防止剤もビタミンEとして知られるトコフェロールのような天然物であれば，安全性の高い，体に優しい精油製品となりうる。トドマツ，カラマツ，シラカンバ樹皮の用途開発も兼ねて，樹皮のα-ピネンに対する酸化抑制効果を調べた（第4図）。トドマツ，カラマツのアセトン-水7：3（v/v）抽出物は，シラカンバ樹皮よりも強い抑制効果を示した。しかし，トコフェロールは1%濃度でも良好なことを考えると，5%濃度のカラマツ樹皮は効果が低く，分画により有効成分を選択的に回収することが望まれた。そこで，カラマツの内樹皮と外樹皮を分別して，アセトン-水抽出液を回収した。抽出液はヘキサン，エーテル，酢酸エチル，ブタノール，アセトン-水で分画した（第2表）。内樹皮では，ブタノールとアセトン-水可溶部が多く，外樹皮ではエーテルとブタノール画分が多かった。そして，カラマツの外樹皮では，エーテル，ブタノール画分に極めて高い酸化抑制効果が見られた。一方，内樹皮では，エーテル画分に活性が見られた。しかし，当該画分の含有率が低いことから，実用化に際しては含有率が多い外樹皮のエーテル，ブタノール画分が良好と思われた。なお，トドマツ精油に対してカラマツ外樹皮を加える場合は，その添加による香りの変化，着色などを考慮しながら，芳香製品の開発が必要と思われた。

その他，精油の生理機能として，アンモニアや有機酸に対する消臭効果，植物病原菌や木材腐朽菌に対する抗菌効果，カメムシへの忌避および誘因作用などが認められた。今後さらにトドマツ精油の機能性に着目しつつ，新たな用途開発を図る。

（平成12年度）

（成分利用科，東京大学，下川町森林組合）

Ⅲ.2.　微生物的手法による利用技術開発

Development of Utilization Technology of Wood by Microbiological Method

Ⅲ.2.1. 食用きのこの優良品種の開発

Breeding of Edible Mushroom

Ⅲ.2.1.1　食用菌の分子生物学的研究

Research on Molecular Biology of Edible Fungi

食用菌の育種に細胞融合，遺伝子操作等のニューバイオテクノロジーの手法を応用すると，交配の簡略化等の大きな進歩が期待できる。これらの手法を育種に応用する場合，染色体および染色体外遺伝子の情報が必要不可欠であるにもかかわらず，これらの情報は乏しいのが現状である。

(1)　プラスミド様（pl）DNAの分布および解析

①ヒラタケにおけるpl DNAの分布

47菌株のヒラタケについてpl DNAの分布を調べた結果，すべての菌株から約10.3 kbのpl DNAが検出された。また，これらの菌株中，11菌株が約9.5 kbのpl DNAをあわせて保持することが明らかになった。

②ウスヒラタケにおけるpl DNAの分布

6菌株のウスヒラタケについてpl DNAの分布を調べた結果，すべての菌株から約9.5 kbのpl DNAが

検出された。

③タモギタケにおけるpl DNAの分布

8菌株のタモギタケについてpl DNAの分布を調べた結果，約9.5，9.0，8.6，7.8 kbの4種類のpl DNAが検出された。しかし，これらの保持パターンには明らかな傾向は認められなかった。

④オオヒラタケおよびトキイロヒラタケにおけるpl DNAの分布

6菌株のオオヒラタケおよび5菌株のトキイロヒラタケについて同様に調べた結果，いずれの菌株からもpl DNAは検出されなかった。

⑤ヒラタケとウスヒラタケのpl DNAの比較

ヒラタケとウスヒラタケから検出されたpl DNAについて制限酵素処理により，それらの断片長を比較した。その結果，ウスヒラタケのpl DNAは同じ大きさであるにもかかわらず，ヒラタケのpl DNAは異なる分子種であることが明らかになった。また，ウスヒラタケのpl DNAはヒラタケの10.3 kbのpl DNAの一部が脱離した分子種である可能性が示唆された。

⑥pl DNAの遺伝

これらの単離されたpl DNAについてライフサイクルおよび交配における遺伝様式を，ヒラタケとシイタケについて調べた。その結果，これらのpl DNAは，ライフサイクルおよび交配においても安定的に遺伝することが明らかになった。

(2) プロトプラストの手法による遺伝解析

①タモギタケにおける遺伝様式

構成核A，Bおよび構成核C，Dの2種類の菌株からプロトプラストにより一核菌糸を分離するとともに，交配により新たな菌株を作出し，これらの菌株について菌糸成長速度および栽培特性について試験を行った。その結果，一核菌糸の成長速度は核Cが最も遅い結果を示した。また，核Cを含む二核菌糸の成長速度も遅い傾向を示した。一方，栽培試験の結果から，核Cを含む二核菌糸は子実体原基が形成するまでの期間が短い傾向を示した。子実体収量は核Bを含む二核菌糸が多い傾向を示し，子実体の大きさおよび色の濃さに関しては核Cを含む二核菌糸が色が濃く，大型の子実体を形成する傾向を示した。

これらのことから，核Cは菌糸成長速度，子実体原基形成，子実体の大きさおよび色に，核Bは子実体収量に影響を及ぼすとともに，これらの特性は優性に遺伝することが示唆された。

②シイタケにおける遺伝様式

短期間で子実体形成が可能である構成核A，Bおよび構成核R，Sの2種類の菌株，および構成核P，Qの計3種類の菌株からプロトプラストにより一核菌糸を分離するとともに，交配により新たな菌株を作出しこれらの菌株について菌糸成長速度および栽培特性について試験を行った。その結果，一核菌糸の成長速度はP>R>S>B>Q>Aの順となった。一方，二核菌糸の成長速度は交配の組み合わせにより大きく異なり，成長速度が必ずしも反映されるとは限らなかった。核Aあるいは核Rを含むすべての二核菌糸は30～50日以内で子実体の発生が可能であり，これらの核に短期間で子実体形成を可能とする特性を保持するとともに，遺伝的に優性であることが示唆された。

（平成6～12年度）

（品種開発科）

Ⅲ.2.2. 食用きのこの栽培技術の改善・開発

Improvement and Development of Cultivation Technology of Edible Mushroom

Ⅲ.2.2.1 シイタケ菌床栽培技術の確立

Development of Sawdust-Based Cultivation Technique of Shiitake (*Lentinula edodes*)

近年，生シイタケの生産は原木価格の高騰や生産者の高齢化などの影響から，従来の原木栽培に代わって菌床栽培による生産が急速に増加してきている。しかし，シイタケの菌床栽培は用いる品種により栽培特性は大きく異なるとともに，栽培技術的にも確立されていない部分も多い。生産者は試行錯誤を重ねながら栽培を行い，その結果不安定な経営を余儀なくされている。それゆえ，市販品種の栽培特性を明らかにし，栽培技術を確立することが求められている。

平成12年度は4種類の市販品種を用いて培養日数および添加栄養源を変化させて栽培特性の評価を行うとともに，浸水方法が子実体収量にどのように影響を及ぼすかを検討した。

その結果,新たに栽培特性を評価した市販品種は,それぞれ培養日数および添加する栄養源により子実体収量は大きく影響を受けることが明らかになった。特に，市販栄養源Mを用いた場合3種類の品種において，子実体収量が多い傾向を示した。また，浸水方法が子実体収量に与える影響は,通常の浸水方法と比較して点滴法（毎日一定量の水を補給）および注水法（発生後一定量の水を注入）ではほぼ同等の収量であった。これに対して，高圧浸水法および連続浸水法では収量の増加が認められた。

（平成8～13年度）

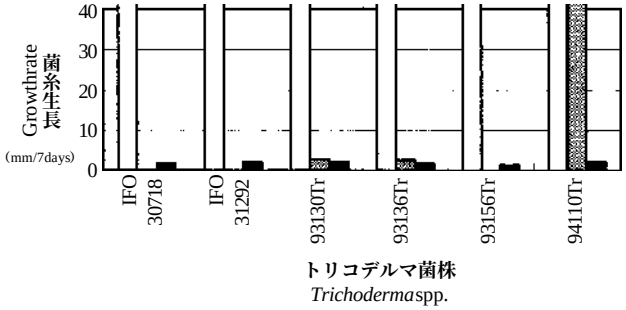
（品種開発科）

Ⅲ.2.2.2　食用きのこの菌床栽培における微生物汚染防除の検討

Study of Protection Technique of Microbiological Contamination on Sawdust Cultivation of Edible Mushrooms

おが粉を用いた菌床栽培の普及により,道内における主要な食用キノコの自給率が90%台に達した。菌床栽培は目的とするキノコを純粋培養する手法を用いるため,おが粉等の培地材料から栽培施設に至るまで微生物管理技術が必要となる。しかし，道内の生産者は知識や技術が不十分なためキノコの発生不良をまねく場合があり,これらに関する技術相談の件数が多くなっている。そこで微生物管理技術を体系的に取りまとめ,生産者が利用しやすくする必要がある。

キノコ栽培における微生物管理では,培地の殺菌工程と施設の室内環境の管理が重要となる。培地の殺菌では，高圧あるいは常圧の殺菌釜を用いて，蒸気で元々培地材料内に存在する微生物を死滅させることを目的の一つとしている。しかし，釜自体の不備や操作ミス，培地材料の状態などにより，微生物が生存するいわゆる「殺菌不良」が生じることがある。また室内環境の管理では，殺菌後の工程（放冷室・接種室・培養室・生育室など）を行う室内を微生物学的に清潔に保ち,培地や菌床への害菌の混入を避けることが重要である。室内環境の管理には整理整頓,清掃,薬剤による殺菌消毒などがあるが,薬剤の使用頻度が高くなる懸念がある。



第5図　薬剤混合培地でのトリコデルマの菌糸生長
凡例：□：コントロール，▩：ベノミル，■：ヒビテン

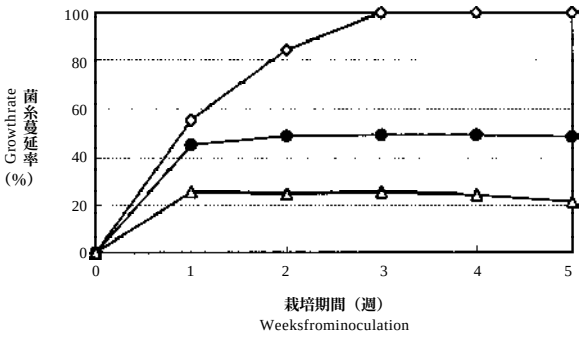
Fig. 5. Growth rate of *Trichoderma* spp.on the medium with disinfectants.
Legends ：□：Control ；▩：BEN ；■：CHG

そこで,菌床栽培における微生物汚染の防除方法について検討を行うこととした。

平成11年度までに，キノコの栽培施設から分離・培養した害菌（トリコデルマ，ペニシリウム）に対する市販の殺菌消毒剤の効果を確認したところ第5図に示したように,キノコ生産施設で汎用されているベノミルに対して感受性の低い菌株（いわゆる薬剤耐性菌）の存在が確認された。これらは他の作用機構を持つ薬剤で生育を抑制できることから,薬剤使用をローテーションすることで耐性菌の増殖が防げることが示唆された。しかし，室内環境の管理は整理･整頓や入念な清掃を行うことが重要であり,薬剤使用は極力控えるべきである。

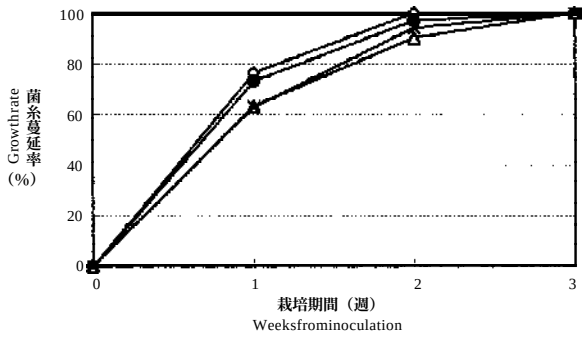
また上述したように殺菌工程を経ても,様々な原因で「殺菌不良」が生じる場合があり，その際，特に問題となるのは培地中に生存しているバチルス属細菌の影響である。11年度までに，寒天培地を用いたペーパーディスク法による対峙（たいじ）培養試験を行い，汚染微生物の数や対峙時期によりキノコ菌糸の挙動が異なることを明らかにした。さらに培地調製前の材料内における細菌の挙動を明らかにするため,おが粉や米ぬかなどに細菌を接種し,その生菌数を経時的に測定した。

12年度は,実際の栽培工程でキノコが細菌の影響によってどのような挙動を示すか観察した。その結果，マイタケでは細菌初発濃度10^1（個/g培地）以上の生菌数で菌糸の成長が停止する,いわゆるストップ症状が認められ（第6図），子実体原基形成もみら



第6図　細菌を接種した培地でのマイタケの菌糸蔓延
注：フスマ添加培地に細菌を，0，10，1,000（個/g培地）接種後，マイタケ種菌を接種，培養した。
凡例：◇:0，●:10，△:1,000

Fig. 6. Growth rate of Maitake (*Grifola frondosa*) on the substrates with *Bacillus subtilis.*
Note : The number of *B.subtilis* is 0(/g substrate), 10, or 1,000.
Legends：◇:0，●:10，△:1,000



第7図　細菌を接種した培地でのタモギタケの菌糸蔓延
注：米ぬか添加培地に細菌を，0，10，1,000，100,000（個/g培地）接種後，タモギタケ種菌を接種，培養した。
凡例：◇:0，●:10，△:1,000，×:100,000

Fig. 7. Growth rate of Tamogitake (*Pleurotus cornucopiae*) on the substrates with *Bacillus subtilis.*
Note：The number of *B.subtilis* is 0(/g substrate), 10, 1,000 or 100,000.
Legends：◇:0，●:10，△:1,000，×:100,000

れなかった。一方タモギタケでは，細菌初発濃度10^5（個/g培地）まですべての条件下で子実体を発生した。しかし，細菌初発濃度が高くなるにしたがい，菌糸成長（第7図），子実体原基形成，子実体成熟が遅れる傾向が認められた。ナメコにおいても，培地中の細菌数が多いほど1週目から菌糸成長が遅れる傾向が認められた。しかし，5～6週目にはすべての試験区で菌糸が培地表面を全て覆い，またすべての試験区で子実体を発生した。これらの結果から，キノコの生育および子実体生産は培地中の初発細菌数の影響を受けることが明らかになり，さらにキノコの菌種により挙動が異なることが示された。

（平成10～12年度）

（生産技術科）

Ⅲ.2.2.3　ブナシメジ新品種の栽培技術の確立

Development of Cultivation Technique for New Strain of Bunashimeji (*Hypsizigus marmoreus*)

ブナシメジ栽培では，子実体生産の安定性を高めるために栽培期間が長く100日前後かかること，既存優良品種の数が少なく種菌入荷が不安定であることが課題となっている。したがって，道内においてより短期間で栽培可能な品種とその栽培安定化技術の開発が求められている。

林産試験場では，栽培特性と形質の優れた品種を「マーブレ88-8」（第8図）という品種名で平成12年

第8図　マーブレ88-8
Fig. 8. Marbre 88-8.

4月に種苗法による品種登録の出願を行い，同年10月に出願公表された。そこで，新品種のさらなる栽培安定化を目指し，培地組成の検討を行い，以下の結果を得た。

(1) 米ぬかに対する他の培地添加物の置換効果を検討した結果，大豆皮，グレインソルガム，ウイスキー製造副産物（2種類）について，増収効果のみならず，形質の向上が確認された。

(2) さらに，効果が確認された培地添加物について配合比を検討した結果，比率の高まりと増収効

果の相関が高い材料（3種類），低比率でも増収効果の高い材料（1種類）が確認された。

(3) おが粉に対する他の代替材料の置換効果を検討した結果，コーンコブ，綿実殻について増収効果が確認された。

(4) おが粉の樹種の影響を検討した結果，散水堆積した針葉樹（トドマツ等）で広葉樹（カンバ等）と同程度の結果が得られた。

（平成11～13年）

（生産技術科）

Ⅲ.2.2.4　ナメコ瓶栽培技術の効率化に関する検討

Study of Effective Technique on Fruit Body Production in Sawdust-Based Bottle Cultivation of Nameko (*Pholiota nameko*)

ナメコの生産においては，近年，超早生系品種による瓶栽培技術の普及とともに施設が大型化し，生産規模の拡大が進んでいる。しかし菌床キノコのうち，とりわけナメコの栽培は，子実体の発生不良等に関する問題が多い。また，培地基材は高価で入手し難いブナ等が使用されおり，生産コストを低減する必要がある。

現状では，市販品種の栽培特性に関するデータが少なく，生産技術の効率化および安定化を図る上で，市販品種の栽培特性の把握は重要な課題である。

そこで，平成11年度はナメコの市販品種を用い，培養日数や積算温度の影響，異なる培地基材や培地添加物による栽培特性を把握した。

引き続き12年度は以下の検討結果を得た。

(1) 培地添加物（フスマ，米ぬか，コーンブラン）単独使用による栽培特性を評価した結果，フスマと比較して米ぬかでは散発発生となり，収穫期間が遅延すること，コーンブランでは一次発生の収穫期間が早まる傾向があることを明らかにした。

(2) フスマに置換可能な培地添加物を検討した結果，一般的に使用されている市販増収材より，安価で収量や品質が同等以上の培地添加物の組み合わせをいくつか見出した。

(3) おが粉に置換可能な培地基材を検討した結果，コーンコブミール，そば殻，綿実殻はおが粉に対し25%の置換で収量や品質がおおむね同等であった。

（平成11～13年度）

（生産技術科）

Ⅲ.2.2.5　未利用副産物を活用したきのこ栽培技術の開発

Development of Cultivation Technology by Using Unutilized Waste Materials

近年，きのこの市場価格は下降傾向をたどっているのに対し，原材料費および人件費は年々確実に上昇している。一方，廃棄物のリサイクルが進む中，農業，食品工業，醸造業などの各種産業において大量の副産物が未利用のまま廃棄されたり，それらの処理に多額の費用がかかっている。そこで，これらの未利用副産物を各種キノコ栽培に再利用できれば，キノコの生産コストおよび副産物の処理コストの低減が可能になる。

そこで，平成12年度はソバ殻を培地基材として，また麦芽粕を培地添加物として用いて，各種食用菌の栽培の1次スクリーニングを行った。

ソバ殻を用いた場合，ナメコ，マイタケ，シイタケでは，おが粉を50%置換した培地において子実体の発生が認められた。ヒラタケ，タモギタケでは40%，ブナシメジでは25%置換した培地において子実体の発生が認められた。

また，麦芽粕を培地添加物として用いた場合，シイタケ，ヒラタケ，タモギタケではフスマを50%置換した培地で子実体の発生が認められた。ナメコ，マイタケ，ブナシメジではフスマを25～40%置換した培地で子実体の発生が認められた。

（平成11～15年度）

（品種開発科，生産技術科）

Ⅲ.2.2.6　食用菌の生理機能の利用に関する研究（共同研究）

Research Physiological Function of Edible Fungi

（平成11～15年度）

（品種開発科，メルシャン(株)）

Ⅲ.2.2.7　ブナシメジ栽培における各種菌株の特性評価（民間受託）

Evaluation of Cultivation Characters of Bunashimeji (*Hypsizigus marmoreus*)

（平成12年度）

（品種開発科,(株)宝酒造）

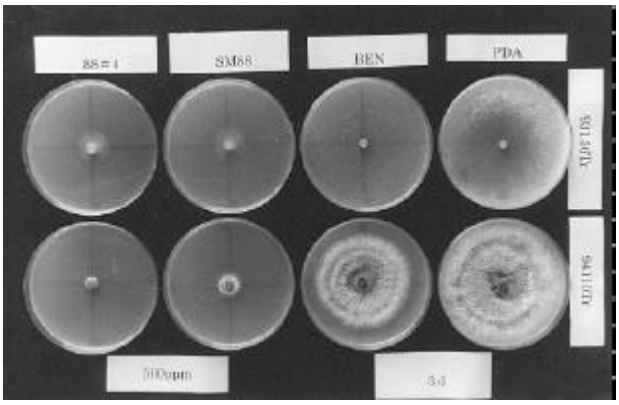
Ⅲ.2.2.8　食用きのこ栽培におけるビグアナイド系新規環境消毒剤の有効性に関する研究（共同研究）

Evaluation of Antimicrobiological Efficacy of New Biguanide Disinfectants, Super Mill 88, against Isolates from Edible Mushroom Factories

キノコ生産における雑菌・害菌の中でペニシリウム（*Penicillium* spp.）は，菌床キノコの生産施設で多く検出され様々な工程での混入事例がみられ，キノコ生産に少なからず悪影響を与えている。またトリコデルマ（*Trichoderma* spp.）は，シイタケ原木栽培や他のキノコの菌床栽培における重要な病害菌として知られている。これら害菌は，現在キノコ生産現場で使用されている，ベンズイミダゾール系の農薬に対して，感受性の低い菌株（いわゆる「薬剤耐性菌」）の出現が報告されている。これらの状況から，安全かつ有効な薬剤が求められている。

一方，ビグアナイド系殺菌消毒剤である，ポリヘキサメチレン・ビグアナイドを主成分とする複合合成剤スーパーミル88Rは，多くの細菌類に効果を示し医療施設において環境消毒剤として使用されており，さらに，家畜病原菌に対する有効性も確認されているが，キノコ生産の現場における利用可能性についてはまだ検討されていない。

そこで本研究では，キノコ生産における害菌であり，かつベンズイミダゾール系薬剤に耐性を持つ糸状菌（ペニシリウムおよびトリコデルマ）に対するスーパーミル88R，および改良を加えたスーパーミル88#4の防除効果を検討した。また細菌類についても，キノコ生産において問題となる*Bacillus* spp.や*Pseudomonas* spp.に対する効果を検討した。



第9図　ベンレート、スーパーミル88およびスーパーミル88#4添加（500PPW添加PDA）と培地でのトリコデルマの菌叢（25℃3日間培養）
注：トリコデルマ94110Tr：ベンレート耐性菌

Fig. 9. Colonies of *Trichoderma* spp. on the medium with disinfectants.
Note：94110Tr：benomyl-tolerance

その結果，ペニシリウムに対する防除効果は，ビオガードR（有効成分；チアベンダゾール）に対して耐性を持った菌株96201Peに対して，スーパーミル88Rおよびスーパーミル88#4は，その成長を抑制した。一方，一部の菌株に対しては効果が小さい場合も見られたが，ビオガードと交互に用いることで，耐性菌の増殖を抑えることが出来ると考えられる。またトリコデルマに対する防除効果は，第9図に示したように，ベンレートR（有効成分；ベノミル）に耐性を持った菌株94110Trなどに対して，スーパーミル88Rおよびスーパーミル88#4は，その成長を抑制した。またベンレート感受性菌の93156Trなどに対しても，同様に抑制効果を示した。細菌類に対しても効果が認められた。

（平成12年度）

（生産技術科,(株)都夢創ジャパン）

Ⅲ.2.2.9　効率的エノキタケ栽培培地の開発（共同研究）

Development of Effective Substrate on Fruit Body Production in Bottle Cultivation of Enokitake (*Flammulina velutipes*)

（平成12年度）

（生産技術科，愛別町農業(協)）