

林産試験場の平成6年度試験研究成果の概要

1994 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

Research and Development of Utilization Technologies for Enlargement of Wood Products Market

I.1.1. 木質内外装材の製品開発

Development of Wooden Interior and Exterior Parts

I.1.1.1 カラマツ中大径材を利用した製品設計と試作 8

Design of Wooden Ware Utilized Japanese Larch(*Larix leptolepis*)

I.1.1.2 木製サッシの施工方法に関する研究(日住木センター委託) 8

Study for Installation System of Wood Windows into Rough Opening

I.1.1.3 木製シャッターの開発(民間受託) 8

Development of Wooden Garage-Shutter

I.1.2. 木造住宅の施工技術および資材の開発

Development of House-Building Technology for Wooden Houses and Materials

I.1.2.1 木質系多機能床材材料および床構造の開発

Research and Development of Wooden Flooring Materials and Floor Construction

I.1.2.2 木製サンルームの開発 9

Development of Wood-Based Wintergarden

I.1.2.3 トドマツ中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発(林野大プロ) 9

Development of High Quality Materials for Wooden Houses with Todomatu Medium

Diameter Logs

I.1.2.4 木造3階建住宅の構造と施工方法 11

Details and Structure for a Three-storey Wooden Apartment House

I.1.2.5 安全性と居住性を備えた床仕様の開発(民間受託) 13

Development of Floor Construction with Safty and Comfortableness

I.1.2.6 住宅の航空機騒音対策技術の開発 13

Development of Technique for Counterplan of Aircraft Noise for Houses

I.1.2.7 道産材による枠組壁工法用部材の製造技術 13

Technology of Producing Dimension Lumber for Wood-Frame Construction using

Softwood grown in Hokkido

| | | |
|----------|---|----|
| I .1.3. | 大規模構造物の施工技術および資材の開発 | |
| | Development of Building Technologies for Large-Scale Structures and Materials | |
| I .1.3.1 | 木造大架構造物の開発 (共研) | 15 |
| | Development of Large Span Timber Construction | |
| I .1.4. | 土木・農業用施設等の施工技術および資材の開発 | |
| | Development of Construction Technologies for Public Works and Agricultural Facilities and Materials | |
| I .1.4.1 | 街路用木質資材の開発 (共研) | 16 |
| | Development of Woob-based Exterior Equipments | |
| I .1.5. | 木製エクステリア製品の開発 | |
| | Development of Wooden Exterior Products | |
| I .1.5.1 | エクステリア製品のデザイン開発 (民間受託) | 17 |
| | Design of Wooden Exterior Parts | |
| I .1.5.2 | 木材とコンクリートの複合ブロックの開発 (共研) | 17 |
| | Development of Paving Blocks Composed of Wood and Concrete | |
| I .2. | 木質材料の性能向上技術の開発 | |
| | Research and Development for Improving Technologies of Wood Material Properties | |
| I .2.1. | 寸法安定性向上技術の開発 | |
| | Development of Improving Technologies of Dimensional Stability | |
| I .2.1.1 | MG処理技術の実用化に関する研究 | 18 |
| | Development of Technologies for the Commercial Production of MG-Treated Wood | |
| I .2.2. | 耐朽性向上技術の開発 | |
| | Development of Improving Technologies of Durability | |
| I .2.2.1 | アルキルアンモニウム化合物による防腐処理の評価 | 20 |
| | Evaluation for Preservative Treatment with Alkyl Ammonium Compounds | |
| I .2.2.2 | アンモニア性銅含有防腐剤 (ACQ) による 道産材の防腐処理に関する研究 (民間受託) | 21 |
| | Examination of Preservative Treatment on Domestic Softwood with Ammoniacal Copper Quaternary Ammonium (ACQ) | |
| I .2.2.3 | 固形防腐剤を埋め込んだ木製サッシの防腐性能の研究 (民間受託) | 21 |
| | Study for Preservative-Efficacy for Wood Window Members Plugged Solid Wood Preservative | |
| I .2.3. | 耐火性向上技術の開発 | |
| | Development of Improving Technologies of Fire Resistance | |
| I .2.3.1 | 屋外用耐候性難燃処理技術の開発 | 21 |
| | Development of Weather-resistant Fire-retardantsfor Wood | |

| | |
|---|----|
| I . 2. 4. 新性能付与技術の開発 | |
| Development of Technologies for Addition of New Properties | |
| I . 2. 4. 1 アンモニアによる木材の着色技術の開発 | 22 |
| Development of Technology for Ammonia Fuming of Japanese Larch | |
| I . 2. 4. 2 単板と異種材料の複合 | 23 |
| Combination of Veneer and the Other Materials | |
| I . 2. 4. 3 ホウ酸固定化率の向上 | 24 |
| Improvement of Boric Acid Fixation Rate by Using WPC Producing Method | |
| I . 3. 木質材料と異種材料との複合化技術の開発 | |
| Research and Development for Combination of Wood and the Other Materials | |
| I . 3. 1. 複合材の製品開発と製造技術の確立 | |
| Establishment for Developing Products and Manufacturing Technologies of Composite Materials | |
| I . 3. 1. 1 木質系廃棄物を原料とした複合材料の開発 (日住木センター委託) | 24 |
| Development of Composite Materials Made of Waste Wood | |
| I . 3. 1. 2 木質系水産資材の開発 | 26 |
| Composite Effect of Wood Particle and Cement on the Algal Farming | |
| I . 3. 1. 3 木材チップと不織布等繊維の複合ボードの製造および性能試験 (民間受託) | 26 |
| Composite Effect of Non-Woven Fabric and Particle on the Mechanical Properties of Wooden Board | |
| I . 4. 木質材料の使用マニュアルの充実 | |
| Perfection of Use Directory for Wood Materials | |
| I . 4. 1. 樹種ごとの材質評価 | |
| Evaluation for Wood Qualities by Species | |
| I . 4. 1. 1 道産広葉樹材の材質 | 26 |
| Wood Qualities of Lesser-known Broadleaved Tree Species Grown in Hokkaido | |
| I . 4. 1. 2 造林木の立木での材質評価 | 28 |
| - 枝と幹との関係 - | |
| Evaluation of Wood Qualities for Plantation-grown Trees on Standing Trees - Relationship Between Branch and Trunk - | |
| I . 4. 1. 3 アカエゾマツ人工林間伐材の材質 | 29 |
| Wood Qualities of Akaezomatsu (<i>Picea glehnii</i>) Plantation | |
| I . 4. 1. 4 熱帯造林木の材質評価および加工適性評価 | 30 |
| The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Plantation-grown Trees in the Tropics | |

I . 4. 2. 木質資材の各種性能の評価

Evaluation for Properties of Wood Materials

| | |
|--|----|
| I . 4. 2. 1 屋外構造用集成材の接着性能評価 | 30 |
| Evaluation of Adhesion Property for Laminated Timber | |
| I . 4. 2. 2 水性塗料の塗膜耐久性に関する研究 | 31 |
| Durability of Coating with Aqueous Solution Polymers | |
| I . 4. 2. 3 エンジニアリングウッドの強度性能評価 | 31 |
| Evaluation of Strength Properties for Engineering Woods | |
| I . 4. 2. 4 打撃音法を用いた等級区分システムの実用化試験 | 31 |
| Evaluation for Performance of Grading Machine Using Longitudinal Vibration | |

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 Technologies

II . 1. 1. 切削技術の改善・開発

Improvement and Development of Cutting Technologies

| | |
|--|----|
| II . 1. 1. 1 製材工程の省力化技術の開発 | 32 |
| - 帯鋸盤の自動制御 - | |
| Development of Automatic Process in Saw-mill | |
| - Automatic Control of Headrig - | |

II . 1. 2. 乾燥技術の改善・開発

Improvement and Development of Drying Technologies

| | |
|---|----|
| II . 1. 2. 1 建築用柱材の品質管理 | 32 |
| Quality Control of Construction Lumber | |
| II . 1. 2. 2 広葉樹乾燥材の含水率管理の検討 | 33 |
| Moisture Control of Kiln-dried Hardwood Lumber | |
| II . 1. 2. 3 高圧水蒸気処理による木材の通導性の改善 | 33 |
| Improvement of the Ventilation of Wood by High-pressure Steam Treatment | |
| II . 1. 2. 4 木材の高温乾燥技術の開発 | 34 |
| Development of High Temperature Drying Technology of Wood | |

II . 1. 3. 注入技術の改善・開発

Improvement and Development of Impregnating Technologies

| | |
|--|----|
| II . 1. 3. 1 連続釘式インサイジングマシンの開発 | 35 |
| Development of Needle Incising Machine | |

II . 2. 生産工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Processes

II . 2. 1. 製材工程の合理化

Rationalization of Sawing Process

| | |
|-----------------------------------|----|
| II . 2. 1. 1 トドマツ小径木利用技術の開発 | 35 |
|-----------------------------------|----|

Utilization of Small Log of Todo Fir(*Abies sachalinensis*) for Construction Lumber

| | |
|-----------------------------------|----|
| II . 2. 1. 2 帯鋸目立ての自動化技術の開発 | 37 |
|-----------------------------------|----|

Technology for an Automatically Controlled Sawtooth Preparation of Band Saw

II . 2. 2. 集成材製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Laminated Wood

| | |
|------------------------------------|----|
| II . 2. 2. 1 製材工場における副材の利用技術 | 37 |
|------------------------------------|----|

Development of Utilization Technologies of Short Length Lumber

| | |
|--------------------------------|----|
| II . 2. 2. 2 有節集成材の試作と評価 | 38 |
|--------------------------------|----|

Development of Glued Laminated Timbers by Low Quality Woods

| | |
|---|----|
| II . 2. 2. 3 異樹種構成構造用積層材の製造技術に関する研究 | 38 |
|---|----|

Adhesive Properties for Laminated Wood Composed of Hardwood and Softwood

II . 2. 3. 合板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Plywood

| | |
|--|----|
| II . 2. 3. 1 道産材を用いた複合型枠用合板の製造技術開発 | 39 |
|--|----|

Development of Manufacturing Technology of Concrete-Form Panel with Domestic Softwood and Hardwood

II . 2. 4. 成形板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for the Board

| | |
|---|----|
| II . 2. 4. 1 長繊維エレメントを用いた構造用部材の開発 | 39 |
|---|----|

Development of Structural Material Used Long Wood Particles

II . 3. 開発製品の市場性の評価

Assesments of Market-Performance of Developed Products

II . 3. 1. 市場性の分析

Analysis for Market-Performance

| | |
|--------------------------------|----|
| II . 3. 1. 1 木材業における経営改善 | 40 |
|--------------------------------|----|

Management Improvement on Wood Industry

| | |
|--|----|
| II . 3. 1. 2 OSBおよびMDF製造工場の本道立地の可能性の検討 | 40 |
|--|----|

Feasibility Study for Building OSB/MDF Plant in Hokkaido

| | |
|--|----|
| II . 3. 1. 3 トドマツ人工林からの径級別素材生産予測 | 42 |
|--|----|

Forecasting Log Outputs in Accordance with Different Diameters from TODOMATU Plantation

Ⅲ. 未利用森林資源の活用技術開発

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

Research and Development of Utilization Technologies of Wood by Chemical or Physical Method

Ⅲ.1.1. 炭化物としての利用技術の開発

Development for Utilization Technologies for Charcoal Products

Ⅲ.1.1.1 フェノール樹脂含浸積層材の炭化条件

および生成物の性質の把握 (民間受託) 44

Grasping Properties of Carbonized Products and Appropriate Carbonization for Impregnated with Phenolic Resin

Ⅲ.1.1.2 木質系油吸着材の製造技術の開発 44

Development of Production Technology for an Oil Sorbent Derived from Wood

Ⅲ.1.1.3 流出油の回収・処理技術に関する研究 (共研) 45

Study for Recovery and Treatment Technology of Spilled Oil

Ⅲ.1.1.4 木質系油吸着材のシート化およびマット化の研究 (共研) 45

Development of Production Technology for Sheet and Matt of an Oil Sorbent Derived from Wood

Ⅲ.1.2. 粉砕物としての利用技術の開発

Research and Development of Utilization Technologies for Wood Particles

Ⅲ.1.2.1 木材チップを暗渠用疎水材等として利用するための調査研究 45

Utilization of Wood Chips for Filter Material of Underdraiage

Ⅲ.1.3. 成分の利用技術の開発

Development of Utilization Technologies for Constituents of Wood

Ⅲ.1.3.1 エゾマツ樹葉の植物生理活性物質 47

Biological Active Compounds of Spruce Leaf Extracts

Ⅲ.1.3.2 北海道森林バイオマスの保健衛生面への新規利用法に関する研究 47

Screening Experiments on Pharmacognostical and Fungicidal Uses of Forest Biomass

Ⅲ.1.3.3 ササの触媒添加蒸煮の検討 48

Acid-catalyzed Steaming Treatment for Preparation of Xylo-oligosaccharides from Bamboo Grass, *Sasa senanensis* Rehd.

Ⅲ.1.3.4 木質系固定化担体の開発 48

Lignocellulosic Materials as Immobilized Carriers

Ⅲ.2. 微生物的手法による利用技術開発

Research and Development of Utilization Technologies of Wood by Biological Method

Ⅲ.2.1. 食用菌栽培技術の確立

Establishment of Cultivating Technologies for Edible Mushroom

| | | |
|-------------|---|----|
| Ⅲ . 2. 1. 1 | シイタケ優良品種の開発 | 49 |
| | Breeding of <i>Lentinula edodes</i> | |
| Ⅲ . 2. 1. 2 | ナラタケ属菌床栽培技術の確立 | 49 |
| | Establishment of Saw-Dust Cultivation Method of Genus <i>Armillaria</i> | |
| Ⅲ . 2. 1. 3 | ハウス管理によるシイタケ原木栽培技術の確立 | 50 |
| | Establishment of Bed-Log Cultivation Method of Shiitake(<i>Lentinus edodes</i>) Using Green-House | |
| Ⅲ . 2. 1. 4 | 菌床栽培における糸状菌汚染防除対策の確立 | 50 |
| | Establishment of Protection Technique of Fungi Contamination on Saw-Dust Cultivation of Edible Mushroom | |
| Ⅲ . 2. 1. 5 | シイタケ菌床栽培技術の開発 | 51 |
| | Development of Saw-Dust Cultivation Method of Shiitake(<i>Lentinus edodes</i>) | |
| Ⅲ . 2. 1. 6 | タモギタケ新品種の育成 | 51 |
| | Development of Superior Strains of Tamogitake(<i>Pleurotus cornucopiae</i> var. <i>citrinopileatus</i>) | |
| Ⅲ . 2. 1. 7 | 食用菌の分子生物学的研究 | 52 |
| | Research on Molecular Biology of Edible Fungi | |

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

1. 需要分野拡大のための木材利用技術の開発

Research and Development of Utilization Technologies for Enlargement of Wood Products Market

1.1. 木質内外装材の製品開発

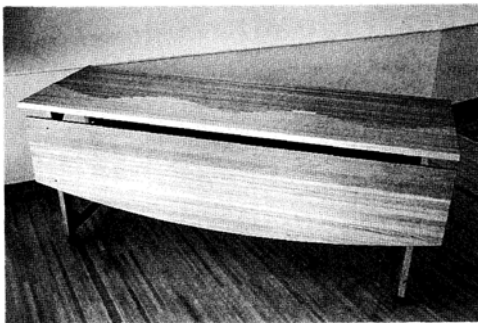
Development of Wooden Interior and Exterior Parts

1.1.1. カラマツ中大径材を利用した製品設計と試作

Design of Wooden Ware Utilized Japanese Larch (*Larix leptolepis*)

今後、供給量の増大が予想されているカラマツ中大径材の用途拡大のために、平成3～5年度は事務所を対象とした壁面パネル、屋内ドア、応接セットなどを設計、試作した。6年度は引き続き、事務所の会議用テーブルの設計、試作を行った。

このテーブルは、脚部に直材、天板や幕板などに幅はぎ材を用いた。なお、天板と幕板は材表面に傷が付きにくいように、ミズナラ材を意匠的に配置したものとした(第1図)。



第1図 テーブル
Fig.1. Table.

(平成3～6年度)
(デザイン科、性能開発科)

1.1.2 木製サッシの施工方法に関する研究 (日住木センター委託)

Study for Installation System of Wood Windows into Rough Opening

(平成5～6年度)

(性能開発科)

1.1.3 木製シャッターの開発(民間受託)

Development of Wooden Garage-Shutter

(平成6～7年度)

(性能開発科, 耐久性能科)

1.2. 木造住宅の施工技術および資材の開発

Development of House-Building Technologies for Wooden Houses and Materials

1.2.1 木質系多機能床材料および床構造の開発

Research and Development of Wooden

Flooring Materials and Floor Construction

近年住宅の居住性、快適性の追求が進められている。それに伴い建築物の床に要求される性能も、その用途によって弾力性、緩衝性、転倒衝突時の安全性など多様化し、それらの性能をもった床材、床構造が求められている。

本研究は、防音性、緩衝性、弾力性などの性能に床暖房機能を付加するなど、多機能床材料ならびに床構造の開発を狙いとしたものである。研究は5部門からなっており、それらの6年度成果は次のとおりである。

(1) 熱処理技術の応用による木床仕上げ材の寸法安定性向上技術の開発

水蒸気処理は寸法安定性を付与するが、圧縮処理材は、製品化に課題が残ることが確認された。乾燥

後のフローリングをビニールで密封して養生すると、含水率変動の抑制や応力緩和の効果が認められた。

(2) 木質系多機能床仕上げ材の開発

体育館用床暖房フローリングには、設定含水率に調整された大型積層タイプが適用可能であることを確認した。

(3) 床下地材としての木質系緩衝材の開発

床衝撃音を低減させる要因を検討し、簡易な試験方法を考案中である。また、制振材と緩衝材の試作・性能試験を行い、床衝撃音遮断性能に優れた床材を検討している。

(4) RC床での防音構造の検討

置き床構造を中心に床衝撃音遮断性能に優れたフローリング仕上げ床構成について検討し、直貼り床でLL-53、置き床でLL-43を達成した（林産試験場当場実験床での測定結果）。

(5) バイオメカニクス面からの各種床の要求性能の把握と新床材料の開発

福祉施設を中心に既存建築物床の転倒衝突時硬さを測定し、床硬さの実態を把握した。実態調査および試作床試験の結果に基づき、床構成と転倒衝突時硬さの関係を把握した。

（平成4～8年度）

（乾燥科，加工科，合板科，

成形科，構造性能科，接着塗装科）

の仕様は次のようなものであった。

床面積2.7坪，屋根の勾配25°，使用ガラスは複層ガラス（屋根面：5mmガラス＋12mm空気層＋3mmガラス，その他：3mmガラス＋12mm空気層＋3mmガラス），屋根面に2ヵ所開閉可能な天窗，壁面に500mm高さの腰壁（断熱材100mm），床は12mmフローリング仕上げ（断熱材150mm），基礎は直径200mmの丸太杭基礎（500mm埋め込み）

製造コストを試算した結果，材料費66万円（人件費と基礎の土工事費は含まない），サンルーム製作日数実質2か月（延べ132人工）であった。

また，次のような部分に問題点が見い出された。

- ・サンルームと母屋の取り合い部分の継ぎ目から水の進入を防ぐため，鉄板等の水切りを設ける場合，母屋側の水切り部分は外壁で目隠しをされるので問題はないが，サンルーム側では水切りがむき出しの状態になるので水切りの端をコーキングなどで塞ぐ必要がある。
- ・木材の収縮，割れ，そりなどにより木材の突きつけ部分が開いてきた。
- ・ガラス押さえ部分での傾斜不足のため，自然降雪や融雪水の流れが妨げられている。

これらの点については，それぞれ改修を施したり，改善方法の検討を行った。

（平成5～7年度）

（性能開発科）

1.1.2.2 木製サンルームの開発

Development of Wood-Based Wintergarden

寒冷地でのこれからの住様式の提案の一つとして，木製サンルーム（ウインターガーデン）についての検討を行った。

平成5年度は，北海道でサンルームに要求される性能について検討を行い，それに基づいて木製サンルームの基本設計，模型製作を行った。

6年度は，5年度の基本設計に基づいて実大規模の木製サンルームの試作を行い，施工上の問題点の検討，コスト試算を行った。なお，試作した木製サンルーム

1.1.2.3 トドマツ中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発（林野大プロ）

Development of High Quality Materials for Wooden Houses with Todomatu Medium Diameter Logs

日本における人工林は伐期が長期化しているため，中径材の割合が増加している。これの需要拡大を図ることを目的とし，林野庁は平成5年度からの5か年計画で「地域産針葉樹中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発」を大型プロジェクト研究として実施することにした。内容は「住宅用高機能性軸材の製造技術

の開発」, 「住宅用高機能性面材の製造技術の開発」および「住宅用高機能性部材の性能評価」である。

林産試験場ではこれを受けて、樹種を今後出材が増加するトドマツとし、その間伐中径材を利用した住宅用の諸部材を開発することにした。

「軸材」としては組立材としたがその内容は積層材である。既に構造用集成材が流通しているが、許容応力度を高く設定しているため、使用するラミナの品質基準が厳しく原木からの歩留まりが低い。一般住宅用であれば、必ずしも高い許容応力度は必要がなく製材品と同程度で十分と考えられる。ここで開発する積層材はラミナの選別基準を緩めて原木からの歩留まりを高め、低コストの軸材料を得るための製造技術を確立することを第一の目的としている。

「面材」としてはたて継ぎ部材、幅はぎ板、単板・ラミナ複合板(ランバーコア合板)、造作用集成材、吸音パネル等を設定し、要求される性能に見合った製品の製造技術を確立することを第二の目的としている。

6年度の検討項目は次のとおりである。

(1) 製材品および原木の強度区分

平成5年度に製材したラミナについて、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」で目視等級区分を行うとともに、打撃音法による動的ヤング係数と重錘法による曲げヤング係数を測定した。

その結果、動的ヤング係数は72.3tonf/cm²以上であった。曲げヤング係数は62.2tonf/cm²以上であり70tonf/cm²未満のものは380本中3本であった。また、目視等級区分の結果では約3割が格外となった。等級決定因子はほとんど節であった。

6年度に購入した径14~26cmの原木130本について、打撃音法による動的ヤング係数を測定した。その結果、55.6~85.8~104.1tonf/cm²であり、60tonf/cm²未満のものは1本であった。この原木は5年生の苗木を昭和4年に旭川市東旭川町字瑞穂地区に植栽した71年生のトドマツで第5回目間伐木である。

(2) 組立梁の設計・試作・性能評価・製造方法

前項で述べたようにヤング係数では極端に低いも

のがでてこなかった。そこで、積層材の試作にあたっては、内層用と外層用の区分をヤング係数ではなく、目視等級区分によって行うことにした。外層用ラミナとしては1~3級材を、内層用ラミナとしては3級および格外材を使用した。試験体の幅は105mm、材せいは210mm(長さ3.65m)、240mm(長さ4.7m)、270mm(長さ4.7m)、300mm(長さ5.6m)のもの4種類でそれぞれ10体ずつ製作した。

これの曲げ強度試験を行った。その結果、曲げヤング係数は計算ヤング係数とほぼ一致した。曲げ強度では材せい1270mmおよび300mmのものでそれぞれ2体が建築基準法施行令に示された材料強度を若干下回った。節の除去によるたて継ぎを導入し、外層用ラミナの性能アップを図る必要がある。

製造工程の能率化については積層接着工程の短縮化があげられる。これについては合板の冷圧工程で取られているクランプ方式の採用が考えられる。所定の圧力で圧縮したブロックを養生室に移動することにより、積層接着工程のプレスの回転効率を高めることが可能と考えられる。また、たて接合における養生時間の短縮があげられる。これについてはたて接合部分の局所的な加熱が考えられる。更に、硬化時間の短い接着剤の出現が望まれる。

(3) 幅はぎ板の試作と性能評価

幅11cmおよび8cm(厚さ1.6cm、長さ3.65m)のトドマツ原板をモルダールで幅10.5cmおよび7.5cmに側面加工し、水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用い、側圧プレス、手締めプレスにより幅はぎを行った。幅はぎはすべて木表の方向を揃え、厚さ1.2cm一定とし、幅30cm、長さ365cm、および幅91.5cm、長さ182.5cmに仕上げた。材種別各5枚について、製造後、ただちに狂い、重量、寸度を測定した後、恒温恒湿室(温度20℃、湿度85%)に放置し、1週間後、3週間後に狂い、重量、寸度を測定した。その後、工場内(温度5~15℃、湿度50%程度)に放置し、1、3週間後に同様の測定を行った。その結果、狂い、寸度変化に大きな差は認められなかった。

釘打ち固定をしない非拘束状態における実験結果であるが、この程度の比較的緩やかな環境条件のもとでは下地板(1.2×91×182cm)、羽目板(1.2×30×365cm)として実用化の可能性があると考えられる。問題は幅はぎ工程をいかに効率化するかである。省力化した自動幅はぎ装置の導入が必要となる。

(4) 単板・ラミナ複合板の製造方法

径20~28cm、長さ3.65m、6.2m³の原木から厚さ40mmの板をダラ挽きした。製材の歩留まりは70%である。径36mm以上の節および21mm以上のヤニツボ・入り皮を除去したラミナの製材からの歩留まりは49.8%となる。これを乾燥、鉋削、節の除去を行い、パットジョイントで長さ192cm、厚さ49cmになるよう積層した。これを帯のこで所要厚さに挽き割った後、両面を鉋削し、ランバーコアとした。

なお、トドマツコアの原木からの製品歩留まりとして、家具用では44%(6mm以上の節・ヤニツボ・入り皮を除去)、下地用・型枠用では45.1%(36mm以上の節を除去、21mm以上のヤニツボ・入り皮を除去)程度となるが見込まれる。

また、トドマツ単板の製品歩留まりとして1.0mm厚のものが30%、1.5mm厚のものが42.5%、2.2mm

厚のものが51.2%となる。なお、他樹種単板の製品歩留まりとしてシナ0.7mm厚のものは35%、ラワン2.2mm、2.7mm、3.2mm厚のものは63%程度と見込まれる。

下地用として表裏板・添え心板をトドマツ単板とする12、18、24mm厚5プライ、家具用として表裏板をシナ単板、添え心板をトドマツ単板とする12、18、24mm厚5プライ、型枠用として表裏板をトドマツ単板とする12mm厚3プライのランバーコア合板をそれぞれ製造した。なお、単板・合板の製造条件は常法によった。

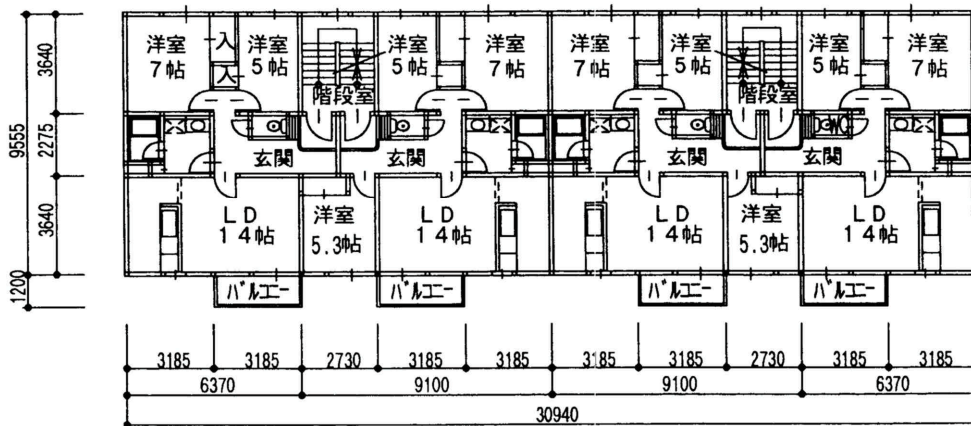
(平成5~9年度)

(高橋主任研究員, 材料性能科, 構造性能科, 性能開発科, 製材科, 乾燥科, 加工科, 合板科, 経営科)

1.2.4 木造3階建住宅の構造と施工方法

Details and Structure for a Three-storey Wooden Apartment House

建築法規等の改正により木造3階建の適用範囲が拡大され、準防火地域内で木造3階建住宅が建築可能となり、防火指定のない地域では木造3階建共同住宅の建設も可能となった。これらのことは新たな構造用木



第1図 基準階平面図
Fig.1. Typical floor plan.

質材料の用途拡大の機会であり、さらに需要が高まる
ことが予想される。

このような状況にあって、木造3階建共同住宅のモ
デルプランの作成と構造設計を実施するとともに、施
工方法、新材料の利用方法を検討、提示し木造設計者
に資料を提供することは、木造建築物の振興と構造用
木質材料の利用拡大に貢献するものと期待される。

平成6年度においては、既製の設計手引書を参照し
て、建設地を旭川市内、最深積雪量1mという立地条
件でモデルプランを作成した。

平面（第1図）は1フロアにつき2LDKが2戸、3
LDKが2戸の合計12戸で、いずれも水回りを中心とし
て部屋を配置した。さらに、各部屋の間仕切り壁は非
耐力壁とし、間取りにある程度の自由度を持たせた。
耐力壁の位置は平面的に偏らないようにバランスよく
配置を行い、柱や上下階の耐力壁線の位置をそろえ、

単純明快な構造とした。

また旭川は多雪地域なので、有効壁長算出時に積雪
荷重を長期荷重として扱わなくてはならないため、一
般的な地域より有効壁長が多く必要となり、平面計画
を進めるうえで厳しい制約となった。そこで、なるべく
屋根に勾配をもたせ、積雪荷重が低減されるように
立面の計画を行った（第2図）。

在来軸組工法による木造3階建共同住宅の計画は、
積雪荷重による構造上の制約が厳しく、平面も画一的
になりやすいのが欠点である。しかし今後、平面や立
面に特徴を持たせられるような、新しい架構形式を模
索することにより自由度の高い設計が実現可能である
と考えられる。

（平成6～7年度）
（構造性能科）



第2図 立面図
Fig.2. Elevation.

1.2.5 安全性と居住性を備えた床仕様の開発 (民間受託)

Development of Floor Construction with
Safty and Comfortableness

(平成6~7年度)

(成形科, 株式会社テーオー小笠原,

サンポット株式会社)

辺の騒音レベルの測定を行った。その結果, 離陸時,
進入・着陸時の距離と騒音レベルの関係についての回
帰式を得た。これを用いることによって, 航空機の高
度と距離から空港周辺の住宅で被曝する騒音レベルを
推定することが可能となった。

(平成6~8年度)

(性能開発科)

1.2.6 住宅の航空機騒音対策技術の開発

Development of Technique for Counterplan
of Aircraft Noise for Houses

空港周辺の住宅を対象として, 航空機騒音レベルに
応じた改修方法の検討を行うと同時に木製サッシ, ド
アなどの木質系建材を使用した安価で効果的な方策を
開発し, それによって北海道の気密化住宅の性能に応
じた防音処理方法を提供し, 要求される室内音圧レ
ベルを得るために不必要な過剰投資をすることなく防音
改修, 防音施工を行うことができる方法の検討を行っ
た。

6年度は, 実験住宅を用いて, 2×4工法の壁面
(18mm通気層+サイディング仕上げ)の遮音性および
窓周辺の音響インテンシティの測定を行い, 最も音の
漏れやすい部位を調べた。その結果, (1)実験住宅の
壁面の遮音性能を測定したところ, 日本建築学会の遮
音等級基準のD-40等級であった。これは, 日本建築学
会で定めた戸建て住宅の遮音性能基準では, 外部騒音
等級S-65における特級に相当するものである。しか
し, 5mm単板ガラス仕様の嵌殺し窓を付加した場合, D-
34と窓の壁面の遮音性能に及ぼす影響が大きいことが
わかった。そのため, 室内側に音源を設置して窓周辺
の音響インテンシティを測定した結果, ガラス中央部と
窓周辺に音の強い部分がみられた。このことから, 防
音施工を行う場合, 窓の遮音性を向上させると同時に
窓周辺の防音施工も重要な因子となることがわかった。

また, 航空機騒音の基礎データを得るために, 滝川
航空公園において, 軽飛行機2機種についての離陸,
進入・着陸時の騒音測定を行い, 騒音レベル分布図作
成のための基礎データを得た。また航空機運航時の周

1.2.7 道産材による枠組壁工法用部材の製造技 術

Technology of Producing Dimension Lum-
ber for Wood-Frame Construction using
Softwood grown in Hokkaido

枠組壁工法が我が国でオープン化されて以来20年に
なるが住宅着工数は着実に増加し, 全国で5万戸を超
え, 北海道でも4千戸を超えている。この間, その構
造用製材のほぼ100%を北米からの輸入に依存してい
る。しかし, 環境問題に関する世界的な認識から供給
国の資源事情に制約が出はじめている。輸入に100%
依存することの危険性を内包しているといえる。

一方, 枠組壁工法建築業界は建設戸数の一層の増加
を意図している。そこで, 道産材による構造用製材を
補完的に供給することにより資材供給の弾力化を図る
必要があると考える。

北海道で構造用製材として使われているのはSPF材
(スプルース, パイン, ファーの略)でいわゆるエゾマ
ツ, トドマツの類いである。また, 構造用製材には多
様な断面があるが主に使われるものとして204(38×
89mm)材と206(38×140mm)材である。この断面であ
ればトドマツの間伐中小材径材が利用できる可能性が
ある。

そこで林産試験場としてはトドマツ人工林によるた
て枠材の製造コストの低減を図る技術開発を行うこと
を一つ目の目標にした。

一方でTJI(トラス・ジョイスト・マックミラン,
ア・リミテッド・パートナーシップが製造する木質
型複合梁)に替わる型梁の製造技術の提案を行うこと
を二つ目の目標にした。

更に、枠組壁工法住宅の開口部上部に位置するまぐさの施工を合理化するため、これに適合する箱型梁の製造技術の提案を行うことを三つ目の目標にした。

6年度の検討項目は次のとおりである。

(1) たて枠材の製造工程における能率向上に関する検討

供試した原木は昭和28年に旭川市東旭川町字瑞穂地区に植栽された41年生の第2回目トドマツ間伐木である。長さ365cm、径14、16、18cmのものを製材し乾燥後、モルダで鉋削した。

製材工程

最終製品が乾燥・鉋削を経るため製材工程においては歩增量に関する検討を行った。原木長さが365cmの場合、204材で45×97mm、206材で46×150mm程度は必要と判断された。しかし、たて枠材に限れば原木長さは8尺で十分である。この場合、鉋削における乾燥による狂いの影響が小さくなると予想され、製材寸法は204材で42×96mm、206材で43×150mm程度で十分と推定される。

製品の丸身についてはJASで許容される範囲であっても利用上嫌われる傾向がある。丸身の出ない製材木取りが必要である。

乾燥工程

枠組壁工法用製材を100～110℃の高温条件で乾燥した。試験は異なる3条件で行い、中温条件(65～80℃)で行った結果と比較した。乾燥時間は中温条件に比べて半分以下であった。蒸気および電力消費量はそれぞれ中温条件の45%、65%程度であった。乾燥に伴う収縮の程度については高温条件の異なる3条件において差異が認められず中温条件のそれと比べても同様であった。割れ、狂いなど乾燥に伴う損傷の発生状況は高温、中温条件で差異は認められない。これらの点を考慮すると高温乾燥が適用でき、乾燥コストの低減が可能となる。

加工工程

鉋削にあたって、モルダの左右の加工軸に面取りと幅決めのための成型刃物を、上下の加工軸に厚さ決めのための平刃を取り付けて8面切削を行った

が、工程上の問題は特になかった。また、送材速度は一般生産工程で取り入れられている15m/分程度が妥当なところと考えられる。

たて枠の長さ2,336mmに鋸断した。その残りをたて継ぎし2,336mmのたて枠材を得た。材面の節の状況によりたて継ぎ個数は1本あたり1または2か所となった。接合段差は1.5mm以下でJASの許容値の範囲におさまっていた。ただ、接着剤の汚れが材面に残るのが避けられない。たて継ぎ材は化粧面を重視する日本のユーザーには当面、受入れにくいものと考えられる。

長さ12mmのフィンガーに対する接着剤(レゾルシノール樹脂)の塗布量として、1ジョイント当たり204材で1.2～2.5～4.5g、206材で2.8～3.2～4.0gという結果が得られた。刷毛による手塗りのためバラツキが大きくなっている。

性能試験

等級格付けの概要は次のとおりである。机上で行った歩留まりを高める木取り方法は丸身で格外になるものも見られた。歩留まり向上の期待よりも堅実な製材を行う必要がある。甲種の格付けで節によって3級以下となるものは見られなかった。心持ち材はねじれが発生しやすい。心割り材では一部、大きな割れの発生が見られた。また、あてによって低等級に格付けされるものが一部見られた。

曲げ強度は一部を除いて、甲種枠組材1級の基準強度値を上回っている。たて継ぎ材の接合効率はおおよそ70%であった。たて継ぎ材接合部の煮沸繰り返し試験では、一部にはくりの大きなものもみられたが、実用上は問題がないと考えられる。

枠組壁工法用部材に関する市場調査

たて枠に限定すると原木長さは8尺あればよい。この造材は可能である。ただ、造材現場では9、12尺に慣れているので山元に徹底する必要がある。輸送上の問題はない。トラック荷台の長手方向に12尺を2本並べるか8尺を3本並べるかの違いだけである。

8尺材の端材として出るタルキ、胴縁の価格は

12尺材のその半額程度で工務店は引取りを好まない。

日本で流通しているJグレードは北米の製材規格品の中から特級、1級のみを抜き出して出荷されているものである。これの現地価格は25,000円/m³、諸経費込みの苫小牧港荷降し価格は44,000円/m³、工務店渡し価格（函館の場合）は60,000円/m³程度となる。

本道における枠組壁工法住宅に使われる構造用製材の使用量は平均して1戸当たり約20m³である。このうちたて枠の使用比率は20%程度とされている。

(2) I型梁の製造に関するソフト的検討

梁材の利用状況調査

枠組壁工法用製材のうち、床根太には210、212材が使用されており、スパンは365cmまたは455cmが一般的である。しかし、構造用製材の寸法安定性が悪いとTJIが使われるようになってきているが、それ程需要は伸びていない。TJIの工務店渡し価格は18万円/m³程度となるようである。

使用材料・断面形状・接合部の検討

使用材料として、フランジ材には枠組壁工法構造用製材の甲種枠組材SPF2級に相当するトドマツ製材を当てる。また、ウェブ材には9mmまたは12mm厚のラワン構造用1級合板を当てる。

断面形状として、設計スパンを455cmに固定し、梁幅58mm、梁せい1286mmを基本条件とする。

接合部については、断面寸法をTJIと同じくすることにより、TJIで使用されている金物をそのまま利用できる。

(3) 箱型梁の製造に関するソフト的検討

まぐさの施工状況調査

枠組壁工法における開口部のまぐさには、210材を2枚合わせにしたものが多く用いられており、スパンは180～276cmである。スパンが180cm以下のものについては206または208材を2枚合わせにして施工している。

使用材料・断面形状・接合部の検討

使用材料として、フランジ・ウェブ材ともに上述のI型梁と同じ考え方をとる。

断面形状として、梁幅は204材用の89mm、206材用の140mmの2種類を設定する。梁せいは建具の納まりの関係から370mm以下とする必要がある。

接合部については従来のまぐさに置き換えられるため、特別な金物を必要とせず従来の施工方法をそのまま導入できる。

（平成6～8年度）

（高橋主任研究員，材料性能科，製材料，乾燥科，加工科，経営科）

1.3. 大規模構造物の施工技術および資材の開発

Development of Building Technologies for Large-Scale Structures and Materials

1.3.1 木造大架構造物の開発（共研）

Development of Large Span Timber Construction

大断面構造用集成材の大スパン構造物への用途拡大の一環として、集成材とケーブルとによる大規模建築物の開発を進めている。

平成6年度は、5年度に実施した建築計画・構造計画を構造合理性、施工合理性の面から見直しをするとともに、実験的な性能評価を含む構造上の安全性の確認、施工工程、建設コストの評価に関する資料を整えて、具体的な建築物の設計モデルを提案した。

(1) 建築計画の実施

平成5年度に実施した建造物の用途や規模についての検討結果を踏まえ、外部・内部の仕上げ、設備の概要ならびに外構等の仕様を定めて、建設コストの試算が可能な程度に具体化した。

(2) 構造計画の実施

施工性の向上と建設コスト削減の観点から、架構形式の見直しを行って、ケーブル節点数を減じた簡素化モデルに架構を変更し、そのモデルに対する応力解析を再度実施した。

また、下記の実験結果を基に部材および接合部設

計の見直しを行い、部材の断面構成を確定するとともに接合部の詳細設計を実施した。

(3) 提案建築物の構造的な安全性の確認試験

部材ならびに接合部設計に必要とされる以下の性能確認試験を実施し、構造設計の妥当性を検証するための基礎データとした。

木材の圧縮および曲げクリープ試験

曲げでは載荷初期よりゆるやかなたわみの増加が観察された。一方、圧縮では試験室内の暖房開始時期まで（約90日間）変位の増加は認められなかったが、以降は大きな変動を伴いながら増加傾向にある。

グールドボルト接合の引張試験

異形鉄筋2種（径13mmおよび16mm）について、埋め込み深さの効果、部分アンカーの有効性を確認した。その結果、耐力ならびに変形性状の両面から埋め込み深さが径の25倍、エポキシ樹脂の充填長さが径の20倍の部分アンカー条件が最良と判断された。

グールドボルトによる縦継ぎ集成材の曲げ試験

梁の純曲げ区間に複合部が存在する場合、引張側のグールドボルトの性能は引張試験でのそれとほぼ同等であることを確認した。

グールドボルトによる縦継ぎ集成材のせん断試験

合せ面形状の相違により、せん断力の負担能力には大きな差異があり、グールドボルト単独ではせん断力の伝達がほとんど期待できないことが分かった。

合わせ材の縦圧縮試験

学会規準では剛性増加が考慮されていない分割数3を超える場合にあっても、挟み材の増加による有効剛性の増大が見込めることを確認した。

合せ材のねじり剛性試験

挟み板を介した合せ材にすることによって、ねじり剛性は単材2材のそれと比較し3.6倍程度の増加が見込めることを確認した。

縮小モデルの試作と載荷試験

提案した架構モデルの1/20の縮小モデルを試作

し、静的な載荷試験を実施して解析モデルの妥当性を確認した。モデルは1連とし、横繋ぎ材の存在する部分は横方向サポータにより拘束し、トーナメント方式により載荷した。

(4) 施工方法および建設コストの検討

大空間屋根工事に關して、従来型の鉄骨構造との対比で大断面集成材アーチによることによる検討課題を明らかにした。集成材の継手が養生期間を必要とすること、個々の部材の弱軸方向の剛性が乏しいことから構造体の施工方法としては大組工法が最も適すると判断し、その詳細な施工手順を検討した。また、建築計画・施工計画に基づき、建設に必要な資材の物量を算出し、さらに施設全体の建設費の試算を行った。

（平成3～6年度）

（構造性能科，デザイン科，清水建設株式会社）

1.4. 土木・農業用施設等の施工技術および資材の開発

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

1.4.1 街路用木質資材の開発（共研）

Development of Wood-based Exterior Equipments

最近、景観や町並みが重視されるようになり、それらに配慮した木製エクステリア製品がよく使用されるようになってきた。街路用木質資材としては木レンガとか、コンクリートと木材を組み合わせた敷石ブロックなどが開発され、景観材料として既に使われている。しかし、マンホールのふた等には木製は全く見ることができない。これらを木製にすることができれば、町並みに対して更に優しさと潤いを付与できるものと思われる。特にマンホールのふたは、最近では断熱性が要求されるようになってきており、鋼製のふたの内側に断熱施工する例が見られる。しかし、木材を使うことによって夏期は日射による高温を和らげ、冬期は内部からの熱を遮断するので積雪・融解によるくぼみが

発生しにくく、歩行等の妨げとならないことが期待できる。

本研究ではそのような新しい性能を付与した街路資材、特にマンホール用等の木製ふたを開発することを目的とした。カラマツ集成材から作った木質ブロックと鋼製フレームとを組み合わせたふたの試作および性能試験を実施した。それらの結果を取りまとめると次のようになる。

- (1) 鋼製フレームと木質ブロックを組み合わせたマンホール用と側溝用ふたを試作したところ、加工性は比較的容易であり、木質ブロックの表面にいろいろな文様を彫刻することによって装飾性を付与できることがわかった。また、鋼製やコンクリート製による従来製品よりも軽量であることから施工性も容易であることが期待できる。
- (2) 試作品について強度試験を行った結果、JIS A 5506-1993（下水道用マンホールふた）に規定される鉄筋コンクリートふたに関する荷重強さを十分に満足する強度と剛性を有することが確認された。
- (3) 試作品について、JIS A 4710-1989（建具の断熱試験方法）に従って断熱性能試験を行った結果、熱貫流率は $1.9 \sim 2.2 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot / \text{kcal}$ であった。これはコンクリート換算値の $1/2.5$ 、鋼製換算値の $1/3$ 程度の値であり、木質材料を組み合わせることによって断熱性能を向上させることが可能であることがわかった。木材と鋼材との組み合わせを考慮することによって更に断熱性能を改善することが可能であると思われる。
- (4) 試作品について冷凍、解凍、浸水および乾燥の繰り返しによる促進劣化試験を行った結果、試験の範囲内では実用上特に問題になるような変形、損傷等の発生は見られなかった。また、集成材の接着耐久性にも問題は見られなかった。

今後、これらの開発製品を実際に街路等に設置実験を行い、施工性、耐久性、景観性等に関する実証的評価を行いながら実用化を進めていく予定である。

（平成6年度）

（加工科，（有）ヨシザワ）

1.5. 木製エクステリア製品の開発

Development of Wooden Exterior Products

1.5.1 エクステリア製品のデザイン開発（民間受託）

Design of Wooden Exterior Parts

（平成6年度）

（デザイン科，機械科，（株）シスコン・カムイ）

1.5.2 木材とコンクリートの複合ブロックの開発（共研）

Development of Paving Blocks Composed of Wood and Concrete

最近、公園や河川敷の遊歩道などに木レンガやボードウォークの木製舗装材料が使われるようになってきた。この背景には、木製舗装材料を敷設した歩道は単に歩行機能だけでなく、ひざや目に優しく、しかも路上での立ち話や散策などのオープンスペースとしての機能が重要視されてきたためと考えられる。そこで、本研究では平成5年度に製品開発した道産カラマツ材とコンクリートを組み合わせた新しい歩道用舗装材料の実用化のために、製品設計、製造方法、製品性能および施工性などについて検討を行った。結果は以下のとおりである。

- (1) C.G シミュレーションによって、カラマツ材の穴形状は丸穴タイプと長穴タイプの2種類とした。また、それぞれのタイプについて、すべり止め効果を高めるために、材表面に溝加工を施したものを製品設計を行った。
- (2) 室温で水漬3日間、50 の恒温器内で乾燥4日間を1サイクルとして、これを10サイクル繰り返した促進劣化試験によって、製品の欠点に及ぼす製造条件の影響について検討し、丸穴および長穴タイプの製造時の適正条件を求めた。
- (3) 製品性能として、耐すべり性、耐凍害性、表面温度を測定した。ポータブルスキッドテスターによる耐すべり性では、材表面に溝加工を施すことによって、濡れた路面であってもすべり抵抗値は高いこと

が分かった。凍結融解試験による耐凍害性では、問題点は認められなかった。7月下旬の熱電対による表面温度測定では、カラマツ材の表面温度はアスファルト路面の場合よりも日平均温度で2.3 低かった。

(4) 施工性はコンクリート平板の場合とほぼ同様であった。

(平成6年度)

(デザイン科, 性能開発科, (株)旭ダンケ)

2. 木質材料の性能向上技術の開発

Research and Development for Improving Technologies of Wood Material Properties

I.2.1. 寸法安定性向上技術の開発

Development of Improving Technologies of Dimensional Stability

I.2.1.1 MG処理技術の実用化に関する研究

Development of Technology for the Commercial Production of MG-Treated Wood

木製品を屋外で使用したいというニーズはかなりあるが、屋外で長期間使用する場合にはその耐候性が問題となる。すなわち、無塗装で屋外に放置された木材は干割れ、表面が風化した結果としての繊維化、あるいは木材腐朽菌、カビ、あるいはバクテリアなどによる腐朽や汚染が問題となる。また、塗装を施した場合でも、他材料に塗装した場合に比べて、塗膜の耐久性が劣ることは日常よく目にするとおりである。

木材を屋外で使用できるようにするには上述の欠点を改善する必要がある。この目的には林産試験場で開発した木材の寸法安定化処理であるマレイン酸・グリセリン処理(MG処理)が適していると考えられるが、今のところ実験室規模でのデータしか得られていない。実生産を行うには今までとは異なる観点から多くの項目について検討する必要がある。このような必要性から、YKK株式会社(株)吉田工業が社名変更)と共同でMG処理木材の実用化に関連する項目について、平成5年度から6年度までの2年間共同で研究を行った。

5年度には以下の試験結果が得られている。

・比較的低温での反応条件の検討

MGの溶脱率と寸法安定性を指標として、反応温度100~130 で反応する際に必要な時間を求めた。その結果、120 以下の反応温度では十分な性能は期待できないが、130 まで反応温度を高めることができるなら48時間程度で反応し、十分な性能のMG処理木材が生産できることが明らかになった。

・樹種についての検討

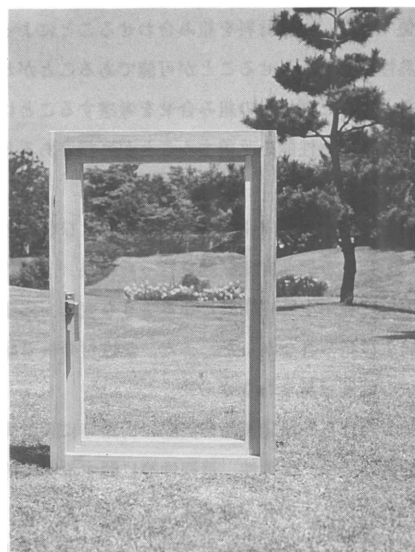
MG処理液の浸透性、入手の容易さ、価格などの見地からMG処理木材の商業的生産に適した樹種について検討した。その結果、ポンデローサパイン、タモ、ホワイトアッシュ、シナ、ハードメープル、ベイツガなどが適していることが明らかになった。

・加工性についての検討

MG処理木材を用いて実際に窓枠を製造し、一連の加工工程での問題点の有無について検討した。その結果、特に大きな問題点は見いだされなかった(第1図)。

・アルミに対する腐食性の検討

MG処理したシナ試験片とアルミ板を密着した状態で促進劣化試験を行った。その結果、MG処理試験片の方が無処理試験片よりアルミに対する腐食性が



第1図 MG処理窓枠
YKK (株) Fig.1. MG-treated sash.

少ないことが明らかになった。
6年度は以下の試験を行った。

(1) 実生産条件下での溶媒と触媒の検討

シナノキブロックにMGを含浸する際の溶媒と、縮合反応を促進することが知られている2種の触媒（パラトルエンスルホン酸および三酸化アンチモン）についてその効果を検討した。溶媒としては水、メタノールおよびアセトンとした。

その結果、処理直後の重量増加率に及ぼす溶媒の効果として、メタノールあるいはアセトンより水の方が重量増加率が大きい傾向が認められたが、これはそれぞれの溶媒の木材に対する膨潤効果の差に起因すると考えられる。

浸水乾燥繰り返し試験の結果、溶脱率はMG処理群で無処理よりやや大きく、浸水乾燥繰り返し5回終了時で無処理の2.0%に比べてMG処理群ではほぼその2倍程度の値を示した。寸法安定性については無処理材が20%以上の体積膨脹をしたのに対してMG処理材では4.7~6.8%と大きく改善された。また、浸水乾燥繰り返しに伴う割れや変形についても大きく改善され、無処理群では表裏貫通する大きな割れや変形などが認められたが、MG処理群ではほとんど無欠点のまま5回の浸水乾燥繰り返し試験を終えた。

触媒の効果についてはこの試験ではほとんどその効果が認められなかったが、これはこの試験で採用した条件（160・5時間）が無触媒でも反応が進む温度に設定されていたためであると考えられた。

(2) 触媒使用による反応条件緩和の試み

前記の実験より触媒の効果をみるためにはより低温側での反応条件の設定が必要になる。そこで触媒としてパラトルエンスルホン酸を用いて反応温度80~140の範囲で試験を行った。

浸水乾燥繰り返し試験における重量減少率を指標として見た場合には、温度の上昇とともに反応が進み、ほぼ140で十分な性能となることが明らかになった。また、寸法安定性を指標とした場合でも同様な傾向が認められた。以上の結果よりパラトルエ

ンスルホン酸を触媒としてもちいる場合には反応温度を20程度は下げられるものと考えられる。しかしながら、触媒を使用する欠点として装置に対する腐食性があること、木材を劣化させる可能性があることなどが考えられることから、実生産ではそれらの利害得失を考慮する必要がある。

(3) 処理溶液の調製

MG処理はマレイン酸とグリセリンを用いて行っているが、場合によってはフタル酸やコハク酸を用いる方が良い結果が得られることもある。しかしながら、それらは水に対する溶解度が小さいのが欠点である。工場での生産を考えた場合には水が溶媒として使えることが必要条件となる。そこでマレイン酸とそれらのジカルボン酸の混合比を因子としてグリセリンと縮合させた場合、あるいは縮合させない場合について水に対する溶解性を検討した。

その結果、マレイン酸とコハク酸を混合して用いると縮合無しで溶解すること、縮合させた場合にはマレイン酸を加えなくてもフタル酸とコハク酸の混合物で20%濃度の処理溶液が調製可能であった。

それらのジカルボン酸を用いて木材を同様に処理（それらもMG処理と呼ぶことにする）した場合の耐水性能について検討した結果、コハク酸とマレイン酸の混合物をグリセリンとともに処理した場合に最も優れた耐水性能が得られることが明らかになったが、オリジナルのMG処理に比べて有為な差があるとは認められなかった。

(4) 強度性能

MG処理した木材の強度性能についてベイツガとポンデローサパインを用いて検討した。圧縮強度はMG処理により上昇したが、その上昇の程度は増加した比重にほぼ比例する傾向が認められた。衝撃強度について落錘法で検討した結果、MG処理材は衝撃に対して変形が少なく、見かけ上剛性が高まるが、衝撃吸収エネルギーはほぼ半減することが明らかになった。また、耐熱性についても実用上ほとんど問題がないと判断された。

（平成5~6年度）

(化学加工科, YKK(株))

2.2. 耐朽性向上技術の開発

Development of Improving Technologies of Durability

2.2.1 アルキルアンモニウム化合物による防腐処理の評価

Evaluation for Preservative Treatment with Alkyl Ammonium Compounds

アルキルアンモニウム化合物 (AAC) は、CCAの代替薬剤の一つとして最近道内の防腐工場でも使用され始めた。この薬剤はJISなどで規格化されているが、道産材に適用した時の性能などの詳細なデータがない。したがって、道産材への注入性や処理後の耐久性、特に土壤に接して使用した時の防腐効果などを明らかにする必要がある。

本研究では、AACの道産材への注入性評価と接地状態も含めた防腐性能評価を行った。

平成5年度は、通常の加圧処理条件でAACの注入試験を行った。また、JIS A 9201に準じた防腐効力試験を行い、耐候性と防腐効力を評価した。供試材は①カラマツ、②トドマツおよび③エゾマツである。供試薬剤としては、AACとして①DDACおよび②BKC+銅を用い、比較として③CCAを用いた。

平成6年度は、AAC処理材の接地状態での防腐性能を評価した。供試材は①エゾマツおよび比較として②ブナを用い、供試薬剤としては、①DDACおよび比較として②CCAを用いた。

結果は以下のとおりである。

(1) 注入性

含水率11~15%の正角材に15kgf/cm²、4時間の加圧注入を行った結果、いずれの樹種でもCCAとDDACの注入量、浸潤長に明白な差は認められなかった。

(2) 耐候性と防腐効力

JIS A 9201にもとづく減圧注入処理ではいずれの防腐薬剤も選択的に吸収され、供試した防腐薬剤の濃度から求められる計算量より多くの防腐薬剤が

吸収された。DDACについては、いずれの樹種でも褐色腐朽菌 (BR)、白色腐朽菌 (WR) のいずれに対しても2.9~3.8kg/m³で十分な防腐効果を示した。

BKC+銅については高吸収量の場合、特にカラマツにおけるBKCの溶脱量が大きく、結果としてBRIに対する防腐性能が低下し、BKCとしての初期吸収量が7kg/m³でも腐朽を阻止することはできなかった。WRに対する効力限界はBKCとして1.1~4.0kg/m³であった。また、銅としては0.7~1.6kg/m³であった。これらの値は、JISに定められている値 (土台の場合、いずれも0.8kg/m³) より大きい。

(3) 接地状態での防腐性能

エゾマツでは、DDAC 8.2kg/m³を注入しても12か月の土壤暴露で10%程度の重量減少が認められた。薬剤の残存率は約15%で、担子菌に対する防腐効力も残っていなかった。CCA 4.9kg/m³を注入した場合には、土壤暴露12か月でも全く重量減少が認められず、80%程度の薬剤残存率であった。

ブナでは、DDAC 15.9kg/m³を注入しても12か月の土壤暴露で25%程度の重量減少が認められた。薬剤の残存率は約55%であり、また担子菌暴露による重量減少率は約9%で、防腐効力も低下していた。CCA 10.5kg/m³を注入した場合には、土壤暴露12か月で12%程度の重量減少率が認められた。薬剤残存率は60%程度であった。

土壤暴露後に各試験片から分離したバクテリアの数は薬剤の効力を反映し、DDACおよびCCAの注入量が高くなると大きく減少した。

土壤暴露後に各試験片から分離される糸状菌は、処理薬剤によって属が異なり、無処理とDDACに見られた*Mucor*は12か月を経てもCCAでは認められず、全期間を通じて*Cladosporium*が認められた。これらの傾向はエゾマツとブナで共通していた。

以上の結果より、AACを道産材に適用する場合はJISで決められている吸収量より高い値を目標として設定する必要があることが明らかとなった。またDDACは土壤腐朽に弱いことも明らかとなった。ただし本試験では、試験片の形状は20×20×10mmおよび15×15×

5mmであり、材積に対する木口面積がきわめて大きいものであった。土台のように、木口面積の割合が小さいものでは溶脱量が小さくなり、菌の材内への侵入速度も遅くなると予想される。今後こうした要素を考慮に入れ、実地的な処理レベルを決定する必要がある。

(平成5～6年度)

(耐久性能科)

2.2.2 アンモニア性銅含有防腐剤 (ACQ) による道産材の防腐処理に関する研究 (民間受託)

Examination of Preservative Treatment on Domestic Softwood with Ammoniacal Copper Quaternary Ammonium (ACQ)

(平成6年度)

(耐久性能科, 株式会社コシイプレザービング)

2.2.3 固形防腐剤を埋め込んだ木製サッシの防腐性能の研究 (民間受託)

Study for Preservative-Efficacy for Wood Window Members Plugged Solid Wood Preservative

(平成6～7年度)

(性能開発科, 耐久性能科)

2.3 耐火性向上技術の開発

Development of Improving Technologies of Fire Resistance

2.3.1 屋外用耐候性難燃処理技術の開発

Development of Weather-resistant Fire-retardants for Wood

平成5年6月、建築基準法が改正され、一定の防火性能を満たす木材は3階建て共同住宅や準耐火建築物の外装材として使えるようになった。しかし、これまでの難燃処理木材は、建築物の内装制限に対応するために開発されており、屋外での使用を想定していない。このため、難燃処理木材を準耐火構造の外壁部材などに使用するためには、耐候性を付与することが必要と

なる。特に、難燃剤の耐溶脱性が処理木材の難燃性能を最も大きく左右すると考えられる。

木材に合浸させる難燃剤の耐溶脱性を向上させるには、THPCのようにセルロースとの反応を利用する方法、木材中にリン酸バリウムのような難溶性の沈殿物を生成させる方法、非水溶性難燃剤を有機溶媒で処理する方法などが提案されている。本研究は、水溶性樹脂と難燃剤とを組み合わせ、屋外で使用可能な耐溶脱性の難燃処理技術の開発を目的としたものである。平成6年度は、含浸用フェノール樹脂と水溶性難燃剤とを組み合わせ耐溶脱性の向上を試みた。

用いた難燃剤は、臭化アンモニウム、第1リン酸アンモニウム、ポリリン酸アンモニウム、ホウ酸、ホウ酸ナトリウムである。これらの難燃剤と含浸用フェノール樹脂との混合液を木材中に含浸させる処理と、あらかじめ難燃剤で処理した木材にフェノール樹脂を含浸させる処理とを行った。含浸処理後、フェノール樹脂を140℃で熱圧・硬化させた。

得られた難燃フェノール処理木材について、冷水浸漬10回繰り返しによる溶脱試験とJIS A 1321表面燃焼試験とを行った。その結果は以下のとおりである。

(1) フェノール樹脂と混合可能な難燃剤

臭化アンモニウム、ポリリン酸アンモニウムがフェノール樹脂と1:1, 3:5の割合で混合可能で、混合液の可使時間は1週間程度であった。

(2) 溶脱性

冷水浸漬10回繰り返し後の全薬剤含量に対する溶脱率は、臭化アンモニウム、ポリリン酸アンモニウムの単独処理では90～100%、フェノール樹脂と臭化アンモニウムの組み合わせでは10～15%、フェノール樹脂とポリリン酸アンモニウムの組み合わせでは5～10%であった。

(3) 難燃性

フェノール樹脂+臭化アンモニウム処理は発熱量の抑制効果が高いものの発煙が顕著に増加した。フェノール樹脂+ポリリン酸アンモニウム処理は発煙を抑制した。溶脱操作前では、フェノール樹脂:臭化アンモニウム:ポリリン酸アンモニウム=10:

3:3混合液を固形分で60~80kg/m³処理すると難燃3級の性能を示した。

(平成6~8年度)

(耐久性性能科)

2.4. 新性能付与技術の開発

Development of Technologies for Addition of New Properties

2.4.1 アンモニアによる木材の着色技術の開発

Development of Technology for Ammonia Fuming of Japanese Larch

アンモニアによって多くの木材が発色することはすでに知られている。この方法をカラマツ材に応用したところ唐木調の重厚な色調になり、高付加価値化できると考えられた。そこで平成5年度から6年度にかけて実用化に向けた取り組みを行った。前年度までの結果から以下の点が明らかになっている。

・着色の経時変化

室温でカラマツ材をアンモニアの蒸気にさらした場合、時間とともに色調は濃色化(暗色化)し、5~10日でほぼ平衡に達した。このことから、処理時間を調整することにより色調をコントロールできることが明らかになった。すなわち、比較的薄く着色したい場合は2から3日程度、濃く着色したい場合は1週間程度の処理が必要である。

・退色性

フェードメータによる変色試験の結果、アンモニ

ア処理材の退色は無処理材の変色の程度よりはるかに小さいことが明らかになった。

・処理に伴う寸法および重量変化

試験片はアンモニアガスにさらしている間は大きく膨潤し、重量も増加しているが、アンモニアが揮散した後はほぼもとの寸法と重量に戻ることが明らかになった。また、接着および組み付けの終わった製品でも処理が可能であり、割れや変形などの欠点は生じないことが明らかになった。

・処理に伴う強度変化

曲げおよび圧縮強度について無処理試験片と処理試験片を比較した。その結果、アンモニア処理により強度は低下しないことが明らかになった。

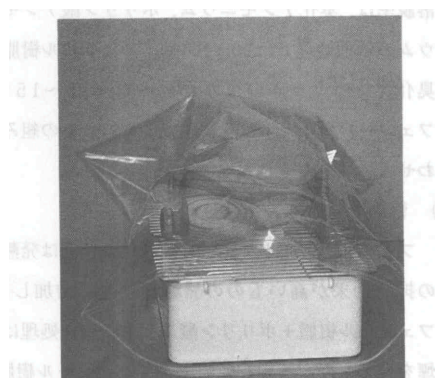
・着色の原因物質

着色の原因物質はフラボノイドの一種であるタキシホリンであることが明らかになった。また、この物質は抽出成分としてはかなり大量に、しかも単離しやすい形で存在することが明らかになっているので、有効利用についても今後引き続き検討を行う。

平成6年度は主に処理装置の開発と試作品の製造を行った。以下にその概要と写真を示す。

・最も手軽で安価に処理するための処理装置(第1図)

小型の木製品(クラフトなど)を少量処理するた



第1図 最も安価な処理装置
Fig.1. A simple and economical ammonia-fuming method.



第2図 実験室的な処理装置
Fig.2. A lab-scale ammonia fuming chamber.



第3図 大型処理装置
Fig.3. Ammonia fuming equipment for large-scale production.

めには家庭用のゴミ袋やビニール袋などを使って手軽に処理することが可能である。ビニール袋はカラマツ材の着色の経時変化が見えるように透明のものが好ましい。

・実験室的な処理装置（第2図）

実験室で行う場合には写真に示すようなデシケータが適している。ただし、プラスチックの種類によっては長期間使用した場合にアンモニアに侵されるものもあるので注意が必要である。

・大型処理装置（第3図）

鉄パイプで枠を作り、大型ビニール袋で全体を覆うタイプの処理装置を試作した。この装置をさらに農業用ビニールシートで覆い、排風機の下に置いた。この装置は長さ2mの板材まで処理できる。

処理する規模や生産量に応じて前述の簡便な装置を用いてカラマツ材のアンモニア処理が可能である。しかしながら、アンモニアは劇物であり、悪臭防止法等いくつかの法律で規制された物質であるために取り扱いに注意を要する。そこで密閉状態で処理が完了するように工夫を加えた処理装置を民間企業と共同で開発中である。その装置は処理槽内にアンモニア水を自動注入・排出する装置、アンモニアを吸収する装置を組み込んだものになり、作業者がアンモニアの濃厚な蒸

気にさらされることなく処理可能なものとなる。

（平成5～6年度）

（化学加工科）

2.4.2 単板と異種材料の複合

Combination of Veneer and the Other Materials

単板や合板の用途拡大や性能を向上させるためには、木質系以外の様々な材料を複合させるなど、従来の合板にない特性を付与することが必要になってくる。近年、遮音性能に優れ、床として十分機能する木質床が求められている。そこで、様々な緩衝材と単板を組み合わせた複合合板を試作し、床衝撃音を測定するとともに、遮音性能に関与する材料特性を検討した。

平成5年度は、7種類の不織布、ゴム発泡体、ゴムチップマットなどの緩衝材と合板とを組み合わせ、表面にナラの単板を張り合わせた材料を試作し、それらの振動特性と床衝撃音の関係を検討した。その結果、床衝撃音の比較的小さいものは、比動的ヤング率と音響放射減衰が小さく、エネルギー損失が大きかった。床衝撃音の大きいものはその逆の傾向を示した。

平成6年度は、4種類の不織布、ゴム発泡体、ゴムチップマットとウレタン発泡体の緩衝材と合板を組み合わせ、ナラ、カバの単板を表面材とした複合合板を製造し、緩衝材の種類や表面単板の樹種（ナラ、カバ）や厚さ（0.8mm, 1.2mm, 1.8mm）などの違いが、振動特性、衝撃特性や床衝撃音に与える影響について検討した。その結果は以下のとおりである。

接着性能に関しては、すべての緩衝材において、水性ビニールウレタン接着剤を用いることでJASの2類に合格した。

床衝撃音で遮音効果のあったものは、材料特性では比動的ヤング率と音響放射減衰が小さく、エネルギー損失が大きかったもので、衝撃特性では、衝撃時間が長く、衝撃力は小さく、スラブの振動加速度は小さいものであることがわかった。しかし、遮音性能を決定する250Hz以下では、どの供試体も音圧レベルにほとんど変化はなかった。

表面単板の樹種による遮音効果の違いは認められなかった。また、厚さの違いでは、振動特性や衝撃特性では多少の違いはあったが、床衝撃音では認められなかった。これは、衝撃音には影響されない厚さの違いであると考えられる。

今後は、単板をさらに厚くして影響を調べるとともに、低周波数領域の音圧レベルを低下させる因子を明らかにし、材料特性と床衝撃音の関係を検討する。

(平成5~7年度)
(合板科)

2.4.3 ホウ酸固定化率の向上

Improvement of Boric Acid Fixation Rate by Using WPC Producing Method

近年、自然環境への影響から低毒性の木材防腐剤の使用が望まれている。なかでもホウ酸はCCAに代わるものとして期待されている。しかし木材中への固定が困難で、水による溶脱が著しいためその防腐性能が発揮できない状況にある。安全で使いやすい防腐処理を可能にするため、当研究室で蓄積しているWPCに関するノウハウを活用してホウ酸を木材中で固定化する技術の開発を試みた。その結果、次に示すことが明らかになった。

・フェノール樹脂を用いる方法

ホウ酸はフェノール性化合物、特にカテコール基を持つ物質と親和性が高いとされている。そこでケルセチン、タキシホリンなどカテコール基を持つフラボン類やフェノール類およびそのメチロール化合物のフェノール樹脂への混合を試みた。次に窒素原子の導入によるフェノール分子のより強固な結合と、ホウ酸との親和性向上が考えられるアンモニアゾール法を試みた。フェノール樹脂濃度を高くした場合、それだけで防腐性能が上がりホウ酸による効果との区別ができないため、樹脂濃度が約20%となるように試験した。その結果、若干の改善は見られるものの、ホウ酸残留量はサンプル重量に対し、約0.1%程度であった。ホウ酸添加による重合阻害によって処理効果が失われたものと考えられる。

・N-メチロール基を有する化合物を使用する方法

尿素樹脂、尿素メラミン樹脂などN-メチロール基を有する物は強固な樹脂を形成することで知られる。また、アミン類とホウ酸との親和性についてはいくつかの報告がなされている。しかし樹脂重量に対し1%程度のホウ酸添加により、重合阻害が観察された。ホウ酸はN-メチロール化合物の重合に対し何らかの阻害作用を持つものと思われる。

・アクリル樹脂を使用する方法

ホウ酸はモノエタノールアミン溶液を用いることにより高濃度の反応液を調製することが可能である。またN-メチルグルカミン、PVAとの反応性からOH基、特に末端OH基との反応性が高いのではないかと考えられた。そこで多官能性アクリルモノマーにマイケル付加によりモノエタノールアミンを導入し、さらに低分子量PEGMAを混合し、その影響について検討した。その結果、耐候操作による溶脱は起こるものの、サンプル重量当りのホウ酸残留量を0.2%に抑えることが可能であった。

今回の試験結果から固定化率の若干の改善が見られたので、今後WPC技術の応用として防腐試験、屋外曝露試験等実用化に向けた検討をおこなう。

(平成6年度)
(化学加工科)

3. 木質材料と異種材料との複合化技術の開発

Research and Development for Combination of Wood and the Other Materials

3.1. 複合材の製品開発と製造技術の確立

Establishment for Developing Products and Manufacturing Technologies of Composite Materials

I.3.1.1 木質系廃棄物を原料とした複合材料の開発(日住木センター委託)

Development of Composite Materials Made

of Waste Wood

この研究は、環境保全に配慮した廃棄物の減量化、再資源化など資源の有効利用を進める、林野庁の木質廃棄物再資源化利用技術開発事業の一環である。林産試験場は、木質系廃棄物の発生抑制技術開発および再資源化技術開発の研究を委託され、6年度は再資源化技術開発について研究した。

(1) 木質廃棄物の粉碎

廃型枠用合板の粉碎と解体材の繊維化を検討した。粉碎試験には衝撃型粉碎機を使用し、開口比、目皿を一定としてハンマーの回転数を変えて、廃型枠合板の粉碎動力および粉碎物の平均粒度を求めた。粉碎動力は、乾物トン当たり6~19kWh程度、粒度は、0.5~2.5mmであった。また、安価な衝撃型粉碎機を使用して、解体材のような異物を含むおそれがある場合に適するファイバーボード原料繊維を得るための蒸煮条件、粉碎機の運転条件を得た。

(2) 木質セメントボードの製造

建築廃材を原料とした耐火野地板用硬質木片セメント板の製造方法確立のため、実大ボードの製造と性能評価および木質廃棄物の水和熱測定による原料適性試験を実施した。

小型のボードで水/セメント比、セメント/木比、硬化促進剤添加率、脱型時間および養生期間等について、適正と判定した条件で実大ボードを製造して、性能試験を行い、硬質木片セメント板として十分な性能があることを確認した。次にセメントボードの原料になるさまざまな樹種を含む針葉樹合板の剥き心、廃型枠合板など木質系廃棄物について、樹種適性を判断するための水和熱測定試験を行い、カラマツを除いて硬化促進剤を2%以上添加することにより、原料を選択する必要がないことを確認した。

(3) 炭化技術と炭化物の利用

この屑および間伐材から製造した農業用木炭粉の土壌改良材としての機能、すなわち、木炭粉の理化学性、除草剤の吸着性、塩類集積土壌における連作障害の防止効果および施設栽培での施用効果などを

検討した。

水田除草剤の吸着は、比表面積の大きい木炭が高い吸着力を示した。ハウス栽培土壌の表層に塩類の集積によって起こる作物の生育障害に対する木炭粉の施用効果をホウレンソウとトマトで検討した。トマトへの効果は判然としなかったが、ホウレンソウの収量は増加した。この効果は、土壌の易有効水が増加し、出芽と成長の促進、立ち枯れ症状の抑制と株数の確保が考えられ、またホウレンソウがホウ素要求量の高い作物とされていることから、熱水抽出性ホウ素の低い土壌ではホウ素含有量の高い木炭粉が顕著な増収効果をもたらした。

(4) 木質系水産資材の開発

試作した木質・セメント成形体の藻礁を海中に設置して、その有効性を検討した。この藻礁は、海藻の付着基質を提供し、海藻を餌とするウニやアワビの集積効果を期待するものである。各種の木質廃材、補助資材として市販の粒木炭、セメントを使用して、木質・セメント成形体を製造した。これを水平設置型と傾斜設置型架台に取り付け、忍路湾の水深1.2~2.0mの試験地に投入し、5年度設置試験体と合わせて試験材の劣化、食害の発生、藻類の付着、海棲生物の集積状況を調査した。試験体にはホンダワラ、アオサ、フクノリ、アラメが多く付着していた。対照のトドマツ単体は、藻類の付着が悪く、投入後10か月でキクイムシおよびフナクイムシの食害を受けてスポンジ状になっていた。この2か年の観察では、木質・セメント成形物は、木材より藻類の付着、繁茂に有効であった。

(5) パーティクルボードの製造

建築解体材から表層を配向した三層パーティクルボードを製造し、その性能を測定した。解体材から選別した柱、梁および合板をハンマークラッシャーで粉碎したチップを遠心リング型チップパーで切削して表層および心層用ストランドを得た。これにユリア・メラミン共縮合樹脂を重量で10%添加し、表層ストランドを配向し芯層をランダムとした設定比重0.55および0.65のパーティクルボードを製造し

た。これらのボードを調湿後、JIS A 5908に準拠して曲げ強さ、吸水厚さ膨張率および剥離強さ試験を行った。この結果、表層を配向したボードにワックスを1%程度添加し比重を0.7程度に改良することにより、構造用に十分な性能を発揮することを確認した。

(平成5～8年度)
(機械科, 成形科, 物性利用科, 耐久性能科)

3.1.2 木質系水産資材の開発

Composite Effect of Wood Particle and Cement on the Algal Farming

木質材料を水産資材(藻礁)として利用することにより、異種産業分野での木材需要の喚起を期待する。

6年度は、5年12月に忍路湾(小樽市忍路)に投入した試験体の観察を継続した。木材単体(トドマツ)は海虫類による食害で著しく劣化したが、木質・セメント成形体には有害な劣化は認められず、多様な藻類の着床・繁茂を確認した(第1図)。

7年度よりは民間企業との受託研究(8年度よりは共同研究を予定)へと移行して継続する。



第1図 海中投入試験体(15か月経過時)
Fig.1. Composite materials soaked in the sea for 15 months.

平成4～8年度
(成形科)

3.1.3 木材チップと不織布等繊維の複合ボードの製造および性能試験(民間受託)

Composite Effect of Non-Woven Fabric and Particle on the Mechanical Properties of Wooden Board

(平成6～7年度)
(成形科, 蝦名林業株式会社, 東亜紡織株式会社)

4. 木質材料の使用マニュアルの充実

Perfection of Use-Directory for Wood Materials

I.4.1.1 樹種ごとの材質評価

Evaluation for Wood qualities by Species

I.4.1.1.1 道産広葉樹材の材質

Wood Qualities of Lesser-known Broadleaved Tree Species Grown in Hokkaido

道内に生育している広葉樹のなかで、優良広葉樹として扱われていない樹種については、材質が明らかにされていない部分もある。このため、それらの樹種の材を有効利用していく上での指針となる基礎的データの集積を目的として、各種材質試験を行った。

供試木は平成4年度に道有林旭川経営区、5年度に道有林浦幌、北見経営区の天然林から得た。

供試原木を板状に製材し、樹心を含む板から収縮(生材)および各種強度試験用試験体(人工乾燥材)を作製、試験を行った。また、偽心材を含まない心材部の板目面木表をカンナ仕上げし、測色色差計(スガ社製カラーコンピュータSM3, 45-d方式, 照射方向は材の繊維方向に平行)を用いて材色を測定した。

浦幌、北見産材の収縮試験結果を第1表に、浦幌産材の強度試験結果を第2表に示す。平成4, 5年度の試験結果と合わせて、各樹種の材の特徴を以下に述べる。

ミズキ: 今回試験したものは、旭川、浦幌産とも本州産の既往の文献よりも低密度で収縮も小さかった。産地による材質の差異は少ない。従来器具・細工に用い

第1表 浦幌・北見産材の収縮試験結果
Table 1. Shrinkage of woods from Urahoro and Kitami districts.

| 樹種 Species | 密度 Specific gravity in air-dry | 平均収縮率(%) (級区分*) Average shrinkage per 1% moisture content(%) (Classification*) | | T/R比 Degree of anisotropic shrinkage | 平均年輪(mm) Average ring width (mm) |
|--|-----------------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|
| | | 接線方向 Tangential direction | 放射方向 Radial direction | | |
| ミズキ <i>Cornus controversa</i> | 0.58 | 0.26(Ⅱ) | 0.18(Ⅵ) | 1.5 | 1.7 |
| コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i> | 0.41 | 0.24(Ⅱ) | 0.15(Ⅲ) | 1.6 | 1.6 |
| ナナカマド <i>Sorbus commixta</i> | 0.66 | 0.31(Ⅲ) | 0.17(Ⅲ) | 1.8 | 1.6 |
| アズキナシ <i>Sorbus alnifolia</i> | 0.60 | 0.27(Ⅲ) | 0.17(Ⅲ) | 1.6 | 1.6 |
| サワシバ <i>Carpinus cordata</i> | 0.69 | 0.30(Ⅲ) | 0.15(Ⅲ) | 2.1 | 1.3 |
| ハクウンボク <i>Styrax obassia</i> | 0.63 | 0.30(Ⅲ) | 0.17(Ⅲ) | 1.8 | 1.3 |
| コブシ <i>Magnolia kobus</i> | 0.50 | 0.26(Ⅱ) | 0.16(Ⅲ) | 1.7 | 2.3 |
| ヤマナラシ <i>Populus sieboldii</i> | 0.41 | 0.23(Ⅱ) | 0.11(Ⅱ) | 2.2 | 1.7 |
| ミズキ <i>Cornus controversa**</i> | 0.62 | 0.23(Ⅱ) | 0.17(Ⅲ) | 1.3 | 2.0 |
| コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides**</i> | 0.43 | 0.23(Ⅱ) | 0.13(Ⅱ) | 1.8 | 2.1 |
| ナナカマド <i>Sorbus commixta**</i> | 0.70 | 0.31(Ⅲ) | 0.15(Ⅲ) | 2.2 | 2.4 |

* 日本木材加工技術協会(1966)「世界の有用木材300種」
Wood Technological Association of Japan (1966), "SEKAI NO YUUYOU MOKUZAI 300 SYU"
** 旭川産材
Logs from Asahikawa district

第2表 浦幌産材の強度試験結果
Table 2. Strength properties of woods from Urahoro district.

| 樹種 Species | 密度 Specific gravity | 曲げヤング 係数 Modulus of elasticity in static bending | 曲げ強さ Modulus of rupture in static bending | 縦圧縮強さ Compressive strength parallel to grain | せん断強さ Maximum shear strength parallel to grain | 衝撃曲げ吸収 エネルギー Absorbed energy in impact bending |
|---|------------------------|--|--|---|---|--|
| | | (10 ³ kgf/cm ²) | (kgf/cm ²) | (kgf/cm ²) | (kgf/cm ²) | (kJ/m ²) |
| ミズキ <i>Cornus controversa</i> | 0.62 | 99.7 | 838 | 361 | 120 | 0.85 |
| コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides</i> | 0.43 | 71.2 | 502 | 278 | 91 | 0.65 |
| ナナカマド <i>Sorbus commixta</i> | 0.68 | 123.8 | 961 | 502 | 142 | 1.42 |
| アズキナシ <i>Sorbus alnifolia</i> | 0.62 | 99.2 | 840 | 378 | 130 | 1.23 |
| サワシバ <i>Carpinus cordata</i> | 0.72 | 111.8 | 918 | 380 | 154 | 1.22 |
| ハクウンボク <i>Styrax obassia</i> | 0.65 | 109.5 | 868 | 362 | 150 | 1.12 |
| コブシ <i>Magnolia kobus</i> | 0.52 | 80.1 | 649 | 328 | 113 | 0.60 |
| ミズキ <i>Cornus controversa*</i> | 0.63 | 91.5 | 981 | 384 | 129 | 1.03 |
| コシアブラ <i>Acanthopanax sciadophylloides*</i> | 0.44 | 72.7 | 649 | 315 | 93 | 0.43 |
| ナナカマド <i>Sorbus commixta*</i> | 0.70 | 98.9 | 1139 | 543 | 157 | 1.49 |

* 旭川産材 Logs from Asahikawa district

られているが、特殊な材色や、収縮異方性が小さい特徴を生かした用途の開発が望まれる。

コシアブラ：軽軟で強度的には劣るが、収縮の小さい、淡緑黄色の美しい環孔材で、加工容易のため工芸的用途に適する。

ナナカマド：強靱な材で、密度・強度性能はカバ類に匹敵する。収縮は、同程度の密度を持つ他樹種（アサダ、マカバ）よりやや小さかった。材色は赤褐色で、散孔材だが年輪は明瞭である。大径木は少ないが、30～40cmにはなり、各地に比較的普通に生育し、肥大生長も良好である。

アズキナシ：ナナカマドと同属の樹種で材の外観は似ているが、ナナカマドに比べると低密度で強度も若干劣る。材色はナナカマドよりも濃い赤褐色である。

サワシバ、ハクウンボク：いずれも現状小径木が多いが、中・大径木にもなり得る樹種である。重硬緻密な材で特にハクウンボクは乳白色の滑らかな材面が美しく、小型の器具・細工物や家具等で部分的に表面を補強する等の用途が考えられる。サワシバはやや灰色の材だが、ピスフレックが多い。

ケヤマハンノキ：赤い色を持ち、既往の報告（本州産コバノヤマハンノキ、ヤマハンノキ）よりも低密度であった。収縮異方性が大きい。肥大生長は旺盛である。

コブシ：やや軽軟な淡色材で強度的には脆いが、比較的通直な樹幹を持ち、肥大生長が良好なので造林樹種として有望である。

ヤマナラシ：育種材料として積極的に扱われているが、自生地でも一斉林を作り通直に育っている。軽軟・白色の、癖のない材である。肥大生長は旺盛だが立木腐朽も早い。

（平成4～6年度）

（材質科）

4.1.1.2 造林木の立木での材質評価

- 枝と幹との関係 -

Evaluation of Wood Qualities for Plantation-grown Trees on Standing Trees

-Relationship Between Branch and Trunk-

樹木を切らずにその材質を知ることができれば、次に残す母樹の選別や利用木の択抜など良好な育種や施業が可能になる。平成5年度は同一林分内の造林木において、その枝容積密度から樹幹容積密度の相対評価が可能であることを示唆した。

平成6年度は、異なる林分での関連や水浸漬法で測定する枝齢の決定などについて、検討した。

供試木は北海道立林業試験場道東支場（新得）のトドマツ精英樹の2家系（16年生）と、北海道立林業試験場（美唄）のトドマツ精英樹の6家系（16年生、26年生）である。

樹幹部は各成長年ごとに分割（ほぼ30～60cm/年）した。各枝階で、枝条の基部から先端部に向かって、枝年生と樹幹内の枝位置を決めた。

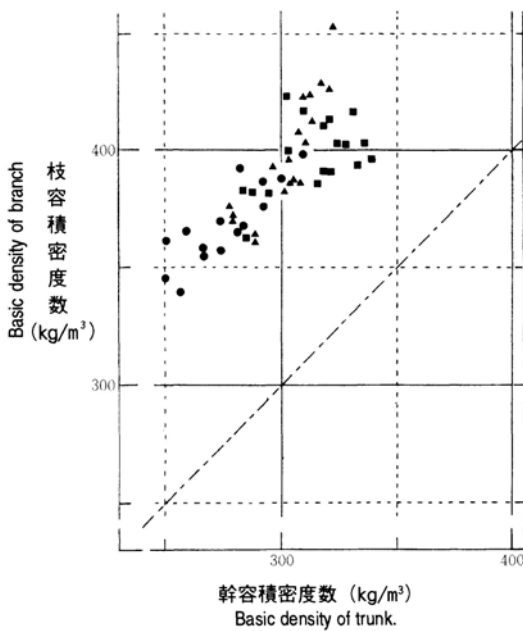
枝条の基部から先端方向へ連続して試料を採取し、水浸漬法により容積密度数を測定した。また、同一齢の樹幹部も測定した。

得られた結果は以下のように要約できる。

枝の径がある程度大きい部分では、試料をアテ側と正常側に分割し、容積密度数を測定したが、枝内の容積密度数分布は異なる立木・枝階で、同様な傾向を示した。すなわち、アテ側と正常側とも基部で容積密度数が大きく、枝先端部に向かって小さくなる傾向が認められる。特に、正常側では想定していた年数より早い時点で容積密度数が安定する傾向が認められる。枝年生は基部から2～3年生で、枝階の小さいもののほうが基部に近い年生から安定すると考えられる。また、枝内では節に近い部分で大きくなる傾向が認められる。

この結果より、枝のアテの大きさと範囲などを考慮しなければならぬ点もあるが、おおむね、次のようなことがいえる。枝階によって多少ずれはあるが、基部から3年前後の中央部枝上側で測定した容積密度数が、その枝を代表する値として考えて差支えないと判断される。

枝と樹幹の容積密度数の関係について、枝条基部から2～4年生目の枝上側と枝発生位置の樹幹の平均容積密度数の関係を第1図に示す。各記号は試験木の採取林分の違いを示している。枝と樹幹の平均容積密度



第1図 枝と幹の容積密度数の関係
Fig.1. Relationship between basic density of branch and of trunk.

●:新得産 Shintoku district
■:美唄産 Bibai district
▲:美唄産 Bibai district

数は、高い一次の相関関係が認められ、枝の平均容積密度数のほうが樹幹のそれよりも20~25%程度高い値である。

トマツの場合、幹の冠部と枝下材部での容積密度数はかなり類似していると考えられるため、アテがおおむね除かれた枝上側の容積密度数から樹幹のそれを推定できるものと思われる。

枝容積密度数の最適な測定位置と方法をまとめると

- ・ 枝の状態は、枝分れがなく（枝先端方向では枝分れも可）、抑圧されずに成長したもの
- ・ 枝階に応じて幹基部から採取する枝年が変わり、5枝階前後では3年、10枝階前後では4年でよい（肉眼で見て、アテの面が広ければより枝先に近い枝を採取）こと
- ・ 試料の採取にあたっては枝節間の中央とし、半割りの枝上側を測定すること
- ・ 幹の容積密度数は測定された枝の値より20~25%小さいこと

である。

(平成5~7年度)
(材質科)

4.1.3 アカエゾマツ人工林間伐材の材質

Wood Qualities of Akaezomatsu (*Picea glehnii*) Plantation

近年、アカエゾマツの造林面積の割合は増加している。造林アカエゾマツに関するデータはまだ少く、材質調査をする必要がある。

中標津営林署管内254林班のアカエゾマツ造林木（昭和25年植栽）を20本伐採し、優勢木（胸高直径32cm）、標準木（同24cm）、劣勢木（同16C皿）各4本を供試木とし、材質試験を行なった。

材長3.7mの素材で曲がり調査を行ない、収縮率試験は地上高1m部位の南北2方向、また、強度試験は1.4~3.0m部位で無欠点小試験体を作製し、同2方向で測定した。

結果の概要は以下のとおりである。

(1) 素材の曲がり

この造林木は防風林であるため、枝打ちが行なわれておらず、節が大量に存在している。したがって素材の曲がりだけを調査した。素材は20本で、曲がり度で1等のものが25%、2等が70%、3等が5%であった。2等の出現率が70%と高かったが、曲がり量は1等に近いものが多かった。

(2) 収縮率

含水率1%に対する供試木ごとの平均収縮率は接線方向が0.29~0.35%、半径方向は0.10~0.15%、繊維方向は0.01~0.02%であった。

(3) 強度

優勢木、標準木、劣勢木ごとの強度試験結果（圧縮、曲げ強さ、曲げヤング係数）を第1表に示した。

強度値を平均値で比較すると、優勢木より劣勢木、いかにすれば径の小さい供試木の値の方が大きかった。しかし、強度値の分布で比較すると、オーバーラップする部分もみられ、生長の大小による強度値の差は小さいものと思われた。次に、これらの

第1表 アカエゾマツ人工林材の強度試験結果
Table.1 Results of mechanical tests of Akaezomatsu plantation.

| | 平均年輪幅 (mm) Ring width | 密度 (g/cm ³) ρ | 圧縮強さ (kgf/cm ²) σ_c | 曲げ強さ (kgf/cm ²) σ_b | 曲げヤング係数 (10 ³ kg/cm ²) E_b |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|---|
| 優勢木 (Dominant tree) | 4.6 | 0.41 | 279~301~351 | 533~578~688 | 71~80~99 |
| 標準木 (Standard tree) | 4.2 | 0.43 | 300~319~349 | 591~630~671 | 78~87~105 |
| 劣勢木 (Inferior tree) | 3.2 | 0.44 | 306~339~365 | 614~676~737 | 90~97~106 |
| エゾマツ*) <i>picea jezoensis</i> | — | 0.43 | 300~350~430 | 550~700~850 | 70~90~120 |
| トドマツ*) <i>Abies sachalinensis</i> | — | 0.40 | 250~330~450 | 450~650~800 | 60~80~110 |

*) 「日本の木材」日本木材加工技術協会(1984)

"Nihon no mokuzai", Wood Tech. Assoc. Japan (1984)

値を天然木と比較してみた。この造林アカエゾマツは、エゾマツと比較すると強度性能が若干劣ったが、トドマツと比較すると平均値では同程度であり、下限値では優れていた。

(平成6年度)
(材質科)

4.1.4 熱帯造林木の材質評価および加工適性評価

The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Plantation-grown Trees in the Tropics

現在、東南アジア地域を中心として伐採跡地や焼き畑による荒廃地に、早成樹種の大面積造林が行われており、成功例も多くみられる。しかし、生産した造林木の用途はパルプチップが大半であり、価格の安さゆえに造林意欲を減退させる結果となっている。このため、現地の造林意欲を維持させることを目的として、より付加価値の高い用途を開発することが現地政府から我が国に対して強く求められている。

そこで、現地での造林が成功し、資源量が比較的多い樹種(アカシア・マンギユウム、モルッカネム、ユーカリ・デグレプタ、メリナ)について材料特性を把握

し、より付加価値の高い用途を開発することを目指して試験を開始した。

(平成6~7年度)
(瀧澤主任研究員, 材質科, 合板科, 製材科, 乾燥科, 加工科, 接着塗装科, 耐久性能科)

4.2 木質資材の各種性能の評価

Evaluation for Properties of Wood Materials

4.2.1 屋外構造用集成材の接着性能評価

Evaluation of Adhesion Property for Laminated Timber

集成材の衝撃疲労を調べ、衝撃疲労機構と劣化促進処理の影響について検討した。結果の概略は以下のとおりであった。

- (1) 衝撃波形は破断に至るまでほとんど変化はなかったが、衝撃反力の波形には衝撃直前から明瞭な変化が認められた。衝撃ポテンシャルと破断に至るまでの繰り返し回数との間には相関が認められた。
- (2) 衝撃疲労破壊に至る回数と温度との関係において、素材では温度依存性がほとんどなく集成材では温度依存性が認められた。温度依存性は接着剤の力学特性に関係した。

(3) 劣化促進因子として、加熱処理と乾湿繰り返し処理を施した結果、両者ともに影響があった。影響の度合いは乾湿繰り返しの方が顕著であり、影響の仕方は接着剤の力学特性に依存した。

平成5年度と6年度の結果から、屋外で使用される集成材に関しては、従来から行われてきた静的な試験だけでなく動的な試験を施し幅広いタイムスケールでの特性を把握することが必要であり、動的特性に及ぼす熱、含水率、乾湿変化等の諸因子と使用接着剤の特性との関係を考慮し、用途選択する必要があると判断された。

(平成4～6年度)
(接着塗装科)

4.2.2 水性塗料の塗膜耐久性に関する研究

Durability of Coating with Aqueous Solution Polymers

従来型の有機溶剤系塗料と水性塗料との比較を行うために、屋外用と室内用の種々の塗膜性能を調べた。塗料は、ポリウレタン系塗料、アミノアルキッド塗料、ステイン系塗料、フッ素樹脂系塗料を用い、これをナラとカラマツに塗布した。塗膜性能は、ウェザーメータ曝露による塗膜性能の変化を調べ検討した。結果の概略は以下のとおりである。

- (1) 塗膜欠点の発生による評価では、アミノアルキッドとウレタイトワニスでは油性<水性、ポリウレタンとガードラックではほぼ同等、フッ素樹脂系では水性<油性、であった。
- (2) 接触角による比較では、水性塗料では劣化促進処理前の接触角が非常に小さい特徴があった。しかし、

曝露直後高くなり、その後油性塗料とほぼ似た経過で接触角が低下した。接触角の結果から、水性塗料の初期塗膜性能には分散剤として用いられている界面活性剤の影響があると考えられた。

- (3) 光沢と色差は、油性と水性とで著しい差異は認められなかった。

上記結果を総合的に評価した結果、塗膜形成直後では水性塗料の表面の撥水性が油性に劣るものの、他の耐候性能に関しては大きな有意差はなく、864時間(約4年相当)の曝露後においてほぼ同等の耐久性を有するものと判断された。しかし、フッ素樹脂系では水性塗料が劣っており性能を考慮した使用が必要であると判断された。

(平成6年度)
(接着塗装科)

4.2.3 エンジニアリングウッドの強度性能評価

Evaluation of Strength Properties for Engineering Woods

(平成6～10年度)
(材料性能科)

4.2.4 打撃音法を用いた等級区分システムの実用化試験

Evaluation for Performance of Grading Machine Using Longitudinal Vibration

(平成6～7年度)
(材料性能科)

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

1. 生産技術の改善・開発

Improvement and Development of Manufacturing Technologies

1.1. 切削技術の改善・開発

Improvement and Development of Cutting Technologies

1.1.1 製材工程の省力化技術の開発

- 帯鋸盤の自動制御 -

Development of Automatic Process in Sawmill

- Automatic Control of Headrig -

近年製材業は人手不足、従事者の高齢化が進む一方、若年者の新規従事者が減少している。このような状況の中、製材機械は誰にでも扱えるように自動化の一途をたどっている。しかし、そのほとんどが木取りの決定とそれに伴う歩出しと挽き材の自動化にむけられている。今後、一層の合理化を図るためには挽き材状況に応じた送材制御を行う必要がある。

これまでに送材速度の最適制御を行うための技術の開発を目標に、挽き材中の帯鋸の挙動を測定し解析を行った。その結果、送材速度に対する鋸の横変位は歯前側の横変位は背側より大きい値を示したが、送材速度が大きくなると逆転する現象もみられた。また、送材速度の増加に伴い、周波数315Hz以上の音圧の増加がみられた。空転音では、鋸の研磨直後にくらべ試験終了時にわずかながら800Hz以上の周波数において音圧の増加が認められた。

平成6年度は、AEを利用した鋸身の亀裂発生予測などの可能性を調査するため、接触式のAEセンサを取り付けた帯鋼の引張試験を行い、亀裂進展に伴うAEの発生頻度、発生波の周波数解析による各現象の特徴の解析を行った。

その結果、鋸幅1インチおよび2インチの単純な引

張試験の結果ではAEの発生頻度にバラつきが多く、少ないものは8回であった。これは帯鋼が製造される際、冷間圧延されるためカイザー効果により発生が少なくなったものと考えられる。

次に4インチ幅の鋸に曲げモーメントが生じる（歯前側が引張）ようにして引張試験を行い、一度に破断しなかったものを引き続き破断まで引張した（亀裂を進展させた）結果、亀裂の進展の際にそれ以前より数多くより大きい波形（ピーク値）が得られた。複合部の試験ではこれと逆であった。これは溶接した部分が引張により塑性変形する際にAEが発生したためと考えられる。また、このピーク値のバラつきは亀裂進展において小さい値であった。

これらのことから、亀裂の進展監視においてAE波の測定による可能性が見い出された。今後、繰り返し荷重試験でより実際に近い状態でのAE測定を実施する予定である。

（平成5～9年度）

（製材科，機械科）

1.2. 乾燥技術の改善・開発

Improvement and Development of Drying Technologies

1.2.1 建築用柱材の品質管理

Quality Control of Construction Lumber
「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」の制定にともない、建築用柱材についても生産される人工乾燥材の割合が増加してきている。

この研究は、こうした材について乾燥前後の材の取り扱い方法、乾燥操作の方法などを検討し、マニュアル化し、品質の良い乾燥材の生産、供給をはかることを目的に進められている。

平成6年度は、初期含水率と仕上がり含水率の関係、

乾燥後の水分傾斜，乾燥による割れ，狂いの発生などについて検討し，対処の仕方を整理した。

(平成6～7年度)
(乾燥科)

1.2.2 広葉樹乾燥材の含水率管理の検討

Moisture Control of Kiln-dried Hardwood Lumber

(平成6～7年度)
(乾燥科)

1.2.3 高圧水蒸気処理による木材の通導性の改善

Improvement of the Ventilation of Wood by High-pressure Steam Treatment

カラマツの有効利用方法の中で，水蒸気を用いる手法には，耐圧容器内における蒸煮処理や局所爆砕処理がある。この耐圧容器を使用する手法の欠点としては，装置に係わる費用が比較的高価であることがあげられる。また，生材状態より行われる丸太乾燥においては，燻煙熱処理による木材の改質・乾燥技術が注目されて

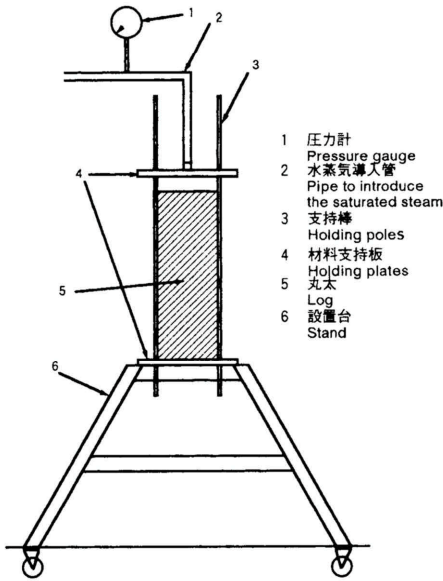
いるが，その欠点としては，水分傾斜が比較的大きい，端材の利用方法が制限されることがあげられる。

これらのことを踏まえ，高圧の水蒸気によってカラマツ丸太の心材部分の通導性を改善させるために，耐圧容器を用いることなく，水蒸気を丸太の軸方向に流すことができる装置を試作した。第1図に，試作装置の概要を示す。この装置を使用して，次の実験を行った。

径級16cm，長さ60cmのカラマツ丸太の心材部分に選択的に飽和水蒸気を導入し，丸太の軸方向に流す処理をした。一条件につき，3本の丸太を処理し，さらに1本の丸太から2体ずつの試験体を製材した。試験体の寸法は，長さ50cm，厚さ27mm，幅90mmである。

平成6年度の目標は，最適な水蒸気処理条件の把握と通導性の改善による処理後の乾燥時間の短縮である。乾燥方法は熱気乾燥で，標準的な乾燥スケジュール(乾燥温度：60～80，乾湿球温度差：4～17)を適用した。乾燥時間は，測定値を最小二乗法によって近似し，含水率減少曲線を決定して含水率40%から20%までの乾燥所要時間を推定した。

試験の結果を第1表に示す。推定された乾燥所要時



第1図 試作装置概略図
Fig.1. The testing machine of using high steam-pressure.

第1表 カラマツ製材の推定人工乾燥時間
Table 1. The estimated kiln-dried times of Karamatsu lumber

| 水蒸気 処理条件 | 無処理 | 180℃60分 (10.2kgf/cm ²) | 180℃120分 (10.2kgf/cm ²) |
|--|-----------|---------------------------------------|--|
| Condition of steam treatment | Untreated | 180℃ 60minutes | 180℃ 120minutes |
| 初期含水率 (%) | 33.4～41.2 | 40.5～42.7 | 43.7～49.8 |
| Initial moisture content | | | |
| 含水率40→20% までの推定人工 乾燥時間(時間) | 69.7 | 60.8 | 58.3 |
| The estimated Kiln-dried times from 40% to 20% content (hr) | | | |

注) 推定人工乾燥時間は、試験体4体の平均値である。
Note) The estimated kiln-dried times are average values of four specimens.

間は、最大値と最小値を除いた残り4体の平均値である。無処理のものとは比べて、水蒸気処理したものは乾燥時間が速くなったが、水蒸気処理時間を長くしてもその効果はあまり上がらないものと思われる。また、水蒸気処理を行うことにより、被処理材の含水率は5～10%増加した。

水蒸気処理中の材温は水蒸気の出口側より10cm上方の場所において、40～50分で100℃に達する。

高圧の水蒸気は、材中心部の柔組織である髄を通るものと推定される。そして、蒸気の熱エネルギーは時間の経過に伴って材に伝導し、水分が加熱され、その熱水は沸点付近まで温度上昇することが考えられる。

(平成6～8年度)
(乾燥科)

1.1.2.4 木材の高温乾燥技術の開発

Development of High Temperature Drying Technology of Wood

これまで針葉樹心持ち正角材は、乾燥によって割れや狂いが生じやすいため、建築用構造材としての利用を避け、構造材としては大径材から木取った樹心を含まない製材が主に利用されているのが現状である。しかし、天然林からの優良大径材が激減、低質化する一方、人工林資源の多くは育成途上にあることから、間伐による中小径材が増加しており、これらの有効利用は道内林産業にとって重要課題と位置付けられる。そこで、今後増えることが予想されるトドマツ中小径材からの心持ち正角材について、その品質を維持し得る乾燥技術を開発するため、これまでよりも高い温度条件での乾燥について検討した。

これまで高温乾燥と言えば、一般的に温度80～95℃程度の乾燥を慣例的に指していた。しかし、本来は100℃

以上の温度による乾燥を意味し、これまでの「高温」は「中高温」での乾燥と表現されるものと思われる。今回、実験で用いた温度は本来の高温(100℃以上)条件で、乾燥時間の短縮および心割れ、狂いの軽減を目指した。なお、乾燥装置メーカーで最高温度150℃を用いスギ・カラマツなどの建築用部材の乾燥を試験的に

実施し、実用化を達成させたとの情報もあるため、実験に際してはこれを念頭に置いた。

試験は、径級14～20cmの原木から心持ち正角材を採材し、長さ90cmに切断したものを用いた予備試験と、長さ365cmの実大材(背割り無・有)を用いた実用試験を温度条件を変えてそれぞれ10回、2回実施した。これまでの結果をまとめると以下のとおりである。

80～95℃の中高温条件では、背割りの無い材に大きなV字割れが発生した。背割り材は大幅に割れが抑制された。

含水率を15～20%まで落すための時間は、中高温条件で8～12日間、高温条件でおおよそ4日以内である。

材面割れの発生は中高温条件より高温条件の方が少なく、使用に耐える乾燥スケジュールを見い出せた。ただし、スケジュールによっては内部割れが発生するため、強度との関係を重視しながら再検討を必要とする。

ねじれは中高温条件より高温条件の方が小さい傾向を示した。ただし、棧積み上部からの圧縮(試験時、3kgf/cm²)を必要とする。

曲がりについてはいずれの条件も同程度であり、製品化において支障ない。

収縮率はいずれの条件でも平均約2.5%であり、従来と大差ない。

既存装置では使用上限温度が120℃程度とみられる。したがって、この範囲で実用性のある乾燥スケジュールの提案が業界にとって望ましいと思われる。既存装置でも、気密性・断熱性のレベルアップ、放熱面積の増加によって、より高温を用いた乾燥も考えられる。

乾燥によって生じる狂い・収縮を勘案すると、乾燥後表面切削を行い製品の断面寸法を105mmにする場合、製材挽き立て寸法は、中高温条件で約118mm、高温条件で約114mmと推定できる。ねじれが抑制されるために、高温条件の方が有利である。

以上より、中小径材からの心持ち正角材についても100℃以上の高温乾燥によって製品化の可能性が認めら

れた。この方法は、乾燥時間を大幅に短縮できる最大のメリットがある反面、内部割れの発生、強度低下などの欠損が懸念されるため、今後、実態を明らかにする予定である。また、既存装置で高温乾燥を行うためには放熱性能の確保、および耐久性などについても十分検討する必要があると思われる。

(平成6～8年度)
(乾燥科)

.1.3. 注入技術の改善・開発

Improvement and Development of Impregnating Technologies

II.1.3.1 連続釘式インサイジングマシンの開発

Development of Needle Incising Machine

防腐薬液の注入が困難である道産針葉樹を外構部材として使用するために、「薬品処理木質外構部材の製造基準」に合致する防腐処理材を製造することを目的として、難注入材用のインサイジングマシンを開発、試作した。このインサイジングマシンは従来の刃を用いたものとは異なり、釘を使用していることが特徴である。

平成5年度は、正角材について、トドマツに直径2.8mmのコンクリート釘を用い、深さ15mm、4400穴/m²の刺傷密度で処理した材が、防腐薬液の注入効果と強度低下率の基準値を満足することを確認した。カラマツについては、直径1.8mmの特殊合金製の釘で深さ15mm、7000穴/m²の刺傷密度で処理した材が防腐薬液の注入効果と強度低下率の基準値を満足した。

また、表面の傷が従来のインサイジングマシンと比較してあまり目立たないことから美観を損ねないことも確認した。

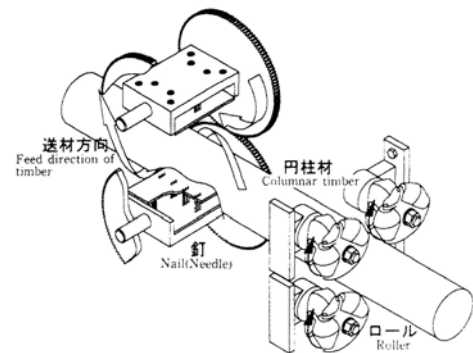
6年度は、平成5年の道内防腐処理木材使用量の調査から、ベイツガの円柱材の使用が多いことを受け、カラマツやトドマツを防腐円柱材として需要促進するために、試作した釘式インサイジングマシンの特徴を継承した円柱材用のインサイジングマシンを考案、試作した。

(1) 方式

第1図に示すように、円柱材を釘で刺傷しながら前方へ送り出し、釘が材から抜けて接触していないときに、ローラーで、ある角度を回転させることによって、円柱材表面にはらせん上の痕が配列される。

(2) 特徴

釘を交換して痕の深さを変えられること、ローラーの位置と釘を支持する部分を調整することによって材の直径に対応できること、複雑な制御機構がないので、安価に制作できることがあげられる。今後、この試作機で実験を継続し、改良を重ねていく予定である。



第1図 円柱インサイジングの方式
Fig.1. Incising method of columnar timber.

(平成5～6年度)
(機械科)

.2. 生産工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Processes

.2.1. 製材工程の合理化

Rationalization of Sawing Process

.2.1.1 トドマツ小径木利用技術の開発

Utilization of Small Log of Todo Fir (*Abies sachalinensis*) for Construction Lumber
建築材を生産する針葉樹製材業界では、原料となる

良質な天然木が減少したため、人工林間伐材などの小径木を利用して柱などの正角材を生産する技術の必要性が増大してきている。そこで、今後、北海道において飛躍的に資源量の伸びが期待されるトドマツ人工林材に着目し、その間伐材を利用した各種製造方法による正角材の製造試験を実施した。

平成5年度は、径級14～20cmの原木を使用して、背割り加工を施した正角材（以下、背割正角）および心割りした平割り2枚を張り合わせた正角材（以下、積層正角）について検討を行った。

その結果、乾燥による割れは、積層正角が最も少なく、次いで背割正角、背割り無し正角材（以下コントロール材）の順となった。なお、コントロール材の割れは隣接2材面に強く現れる傾向が見られた。曲がりには背割正角が最も小さく、次いで積層正角、コントロール材の順となったが、いずれの場合も9割がJAS1級の許容範囲内であった。ねじれは積層正角が最も小さく、次いでコントロール材、背割正角の順となった。

以上の結果から、小径材を利用した正角材製造技術として、背割加工および積層加工の可能性が見いだされた。

平成6年度は、背割正角の適正乾燥条件と歩留まり向上を目的とした3枚構成の積層正角の製造について検討した。

また、原木土場における丸太乾燥の有効性を検討するため、1年間原木土場に放置した丸太の重量変化およびその丸太から採材した正角材の乾燥性について調査を行った。

結果の概要は、以下のとおりである。

(1) 背割正角の乾燥条件

背割正角の予備乾燥試験（材長90cm）において、背割加工を施した場合に発生する大きなV字割れを90～150 の高温条件で抑制し得る可能性を見いだした。この結果から、実大材（365cm）による高温および中高温条件での乾燥試験を実施した。なお、高温乾燥は装置の性能上115～120、中高温乾燥は80～95 の温度条件で、圧縮圧力はいずれも3

kgf/cm²の条件で試験を行った。

その結果、中高温条件と比較して高温条件では大幅なねじれの抑制効果が認められた。ただし、割れについては、積層の際の背割りの方向が大きく影響する可能性があり、さらに詳細な条件で乾燥試験を行う必要がある。

(2) 3枚構成の積層正角

3枚合わせの積層正角を想定し40×113mmを主材として製材試験を行い歩留まりを求めた。その結果、径級別の主材歩留まり（仕上がり寸法で算出）は、14cmで33.8%（副材込50.5）、16cm23.0%（同50.6）、18cm28.4%（同57.2）であった。

部材は乾燥後、厚さ35mmに鉋削し、曲げ剛性試験を行った。積層については、水性ビニルウレタン系接着剤を用い、心持ち材は中央層、両外層は部材強度が等しくなるよう組み合わせを決定した。

積層後、鉋削仕上げを行った結果、製材時の歩増し量は厚さ方向7mm、幅方向10mm（製材寸法：42×115mm）程度必要であることが分かった。

以上の結果から、積層正角については、生産率と製材歩留まりを考慮した総合的なコスト試算を行った上で積層枚数を決定する必要がある。

(3) 丸太乾燥の有効性

径級14～20cmの原木を1年間原木土場に放置し、その間の丸太の重量変化を測定した。その結果、丸太の重量変化は、初夏の数週間に急激に減少し、それ以後の変化はわずかであった。1年間経過後の丸太の重量減少率は平均36%であった。しかし、水食いなどにより水分の多い丸太では髓付近の含水率の低下はわずかであった。

放置丸太から採材した正角材の乾燥試験の結果、狂いや損傷に対する顕著な効果は認められなかった。また、丸太の表面に割れや劣化が生じ、その割れに雨水が入り込み腐朽を起こしたり表面割れが主材にまで達するケースもあり、副材歩留まりにも影響を与えた。

以上の結果から、原木土場における丸太乾燥は、乾燥コストの低減につながる可能性は否定できないが、

製品の寸法精度の向上には特につながらないことが分かった。また、乾燥コストの低減を目的として丸太乾燥を実施する場合には、割れが発生しない期間に限定して実施することが必要である。

(平成5～6年度)
(製材料, 乾燥科, 加工科)

2.1.2 帯鋸目立ての自動化技術の開発

Technology for an Automatically Controlled
Sawtooth Preparation of Band Saw

鋸目立て工程は熟練者の長年の経験と勘により行っているが、熟練者不足は今後深刻化してくるものと考えられる。目立て工程の中でも水平仕上げ、腰入れ部分は自動機械の開発が遅れ人手に頼らざるを得ないのが現状であり、早急に自動化・省力化を進める必要がある。

平成5年度は変形量の測定方法、変形位置の計測手法、変形形状の認識手法、熟練者の動作分析について検討を行い、動作機構についての概念設計を行った。平成6年度は変形形状、特に歪部分の形状の認識手法と、その計測装置、加工装置の設計を重点に行った。

現在歪取り作業は熟練者により定盤上に置いた鋸身に直定規を当て、鋸面とのすき間を視覚により感知して打撃位置、打撃方法を判断し、歪取り作業を行っているが、これらの工程を自動化する手段として画像処理手法を応用したソフトにより鋸の変形量計測しきい値による仕分け、小粒子除去、集団化の認識とグループ分けのアルゴリズムにより歪部分を識別し、それを基に1箇所の歪部分における重心や位置、歪量、歪形状を算出し、打撃位置、打撃力を決定することとした。

腰入れに関しては、近年改良型ヒートテンション方式による腰入れ装置が各地の目立て現場で導入されており、今後はこの装置を使用するとの前提条件とし、当面は水平仕上げの自動化を検討する事として装置の設計を行った。設計した装置はハンマーおよびセンサーをモーター駆動によりX-Y方向に移動させるもので、ハンマーはカム機構により自然落下させるもの

とし、2組のハンマーを取り付け、幅20cm×長さ80cmの範囲を測定・加工することとした。自動化装置の工程はセンサーを複数回移動させて鋸の変位量を計測し、それに基づき前述のソフトにより歪部分を認識し、打撃位置・打撃回数・打撃強さを判断してハンマーを移動・落下させることにより、加工を行うこととした。

(平成5～7年度)
(機械科, 製材料)

2.2 集成材製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process
for Laminated Wood

2.2.1 製材工場における副材の利用技術

Development of Utilization Technology of
Short Length Lumber

針葉樹製材工場では定尺材の製品以外に大量の短尺材や端材、いわゆる副材が発生する。これらは短尺で使用可能な用途に向けられたり、パルプ用チップの原料にされてきたが、これらの需要は低迷している。製材工場の経営合理化のためにもこれらの副材を活用した新たな利用技術を開発していく必要がある。このような副材を大量に使用し、高付加価値化の方法の一つとして集成材が考えられる。平成5年度においては針葉樹製材工場から産出される短尺材や低質材を使って構造用集成材を試作、評価した結果、在来工法住宅の構造材として十分期待できることが判明した。6年度は集成材の合理的生産工程に関して検討した。結果の概要は次のとおりである。

- (1) 縦継ぎ工程の前処理としてのプレーナー仕上げを省略した材料についてフィンガージョイントによる縦継ぎを行った結果、工程上は特に問題はなかったが、材料の曲がりや歩留まりに大きく影響することがわかった。
- (2) 短尺材をランダムに連続縦接合した定尺材をラミナとした集成材を試作し、曲げ試験を行った結果、隣接するラミナの縦継ぎ位置がラミナ厚さの12倍以内であっても在来工法で使われる程度の断面であ

れば強度性能にはほとんど影響しないことが確認された。

- (3) 幅はぎと積層を同時に行うことを検討したが、幅はぎされるラミナの合計幅がすべてのラミナについて等しくないと均等に側圧がかからず、接着不良やすき間発生の原因となる。この工程で幅寸法の精度を厳しく出すよりも幅はぎを多段式で行う等の方法を採用した方がより効率的であると判断できる。
(平成5～6年度)
(加工科, 材料性能科)

2.2.2 有節集成材の試作と評価

Development of Glued Laminated Timbers
by Low Quality Woods

道産広葉樹材は小径、低質化しており、従来からパルプ材に向けられてきた原木も積極的に集成材ラミナとして使っていかなざるを得ない。これらの低質材は節、曲がり、腐れ等の欠点を有しており、それらをすべて除去する加工法では歩留まりは低く、生産性も低くならざるを得ない。そこで、従来は除去されていた節等の欠点を積極的に活用した集成材を試作し、その用途を提案することを本研究の目的とした。

平成5年度ではパルプ材として購入したミズナラ原木についてラミナ原板歩留まり等を明らかにした。6年度はそれらの原板を使って製造した集成材と、有節カラマツ集成材を使った製品試作と評価を行った。これらの結果の概要は次のとおりであった。

- (1) ミズナラ有節集成材を使って箱物家具を試作した。しかし、ミズナラに出現する節は腐れの入った死節がほとんどで、実際に使う場合には節を活用するまでには至らなかった。更に大胆なデザイン開発が必要であるものと思われる。
- (2) ミズナラ集成材を使って大型屋内遊具を試作した。この種の材料としては節は何ら問題にならず、用途の一つとしてこれら室内遊具の材料としての需要は期待できるものと思われる。
- (3) カラマツ有節材によるテーブルを試作した。カラマツのような針葉樹材の場合には比較的大きい生

き節が多いことからデザイン的には活用しやすいことがわかった。

- (4) これらの試作の際に節部分の補修および塗装方法について検討した。節部分の補修は従来からの方法である木粉と糊とを混合したパテを充填することで可能であり、硬化後に木地に近い色調に染色することで仕上がりが良好になることを確認した。
(平成5～6年度)
(加工科, デザイン科)

2.2.3 異樹種構成構造用積層材の製造技術に関する研究

Adhesive Properties for Laminated Wood
Composed of Hardwood and Softwood

道産広葉樹(カツラ, ナラ, カバ)と針葉樹(トドマツ, カラマツ)とを組み合わせ、レゾルシノール接着剤(RF)と水性ビニルウレタン接着剤(API)で積層した積層材の接着性能を検討した。結果の概略は以下のとおりである。

- (1) 積層材を構成する樹種の異方性は広葉樹で大きく、針葉樹で小さかった。膨潤異方性は、トドマツ>カラマツ>ナラ>カツラ>カバでカバではほとんど異方性がなかった。
- (2) JASに準じた浸せき剥離、煮沸剥離試験では同一樹種積層材、異樹種積層材との間で大きな違いはなかった。
- (3) 常態ブロックせん断試験は特徴的結果であった。異樹種積層材のせん断強度は、RFで積層材したカラマツ/広葉樹を除き、構成樹種を用いた同一樹種で得られる強度の間の値であった。
- (4) 乾湿繰り返し処理はブロックせん断強度を低下させたが、その程度は使用接着剤によって異なった。RFを用いて積層した積層材はAPIを用いた積層材に比べて顕著な影響を受けた。粘弾性測定結果から、乾湿繰り返しの影響は木材の膨潤収縮に対する接着剤柔軟性が関係しているものと推察された。
- (5) 生産ラインを通して得られた積層材と、実験室で管理して作成した積層材との接着性能を比較した結

果、大きな差は認められなかった。

以上の結果をJASの規格に基づいて判断すると、本試験で用いた材料の組み合わせの積層材では実用的に問題はないと判断された。

(平成6年度)

(接着塗装科, 材質科, たいせつ構証)

2.3. 合板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Plywood

2.3.1 道産材を用いた複合型枠用合板の製造技術開発

Development of Manufacturing Technology of Concrete-Form Panel with Domestic Softwood and Hardwood

コンクリート型枠用合板の原木は南洋材から針葉樹への転換が図られている。しかし、針葉樹合板は、曲げ剛性のバラツキが大きく、硬化不良を生じる樹種もあり現時点では多少問題もある。そこで、表裏板に道産広葉樹単板（ザツカバ、シラカバ、ハンノキ、イタヤ）を、心板には針葉樹単板（カラマツ、トドマツ）を用いた型枠用合板を製造し、その性能を調べるとともに、建築現場で使用し実用上の問題点を探った。

平成5年度は、曲げ剛性、狂い、アルカリ試験、セメント硬化不良試験を行なった。その結果、表裏板に道産広葉樹を用いることで、曲げ剛性のバラツキは少なくなること、表裏板を厚くすると狂いは大きくなる傾向があること、耐アルカリ性能は全く問題がないこと、いずれの樹種も硬化不良を生じることが判明した。

平成6年度は、表裏板にザツカバとシラカバを、心板にカラマツとトドマツを用いた実大サイズの型枠用合板（表面処理と無処理）を製造し、曲げ剛性、狂いを測定するとともに、建築現場に使用し、実用上の問題点を探った。その結果は次のとおりであった。

(1) 曲げ剛性

表裏板厚さが、ザツカバでは1.2mm~1.5mm、シラカバでは1.5mm~1.7mmで曲げ剛性はJASに合格した。

(2) 狂い

合板表面に繰り返し散水したときの狂いを測定したが、南洋材合板と比べると散水初期にやや大きかった。しかし、散水回数が多くなるにしたがい減少した。

(3) 建設現場での調査結果

無処理合板はコンクリートの硬化不良が甚だしく、コンクリート面に色むら、凹凸などの欠点が生じた。表面処理をした複合合板も使用したが、硬化不良は生じなかったが転用回数の増加にともない表面処理材の剥離したものが一部認められた。

その他、狂いにより釘が抜けたもの、脱型時に端部が破損したのも一部あったが、硬化不良を除き実用上大きな支障となる欠点はなかった。したがって、今後はより安価で有効な表面処理が必要となる。

(平成4~6年度)

(合板科)

2.4. 成形板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for the Board

2.4.1 長繊維エレメントを用いた構造用部材の開発

Development of Structural Material Used Long Wood Particles

平成5年度は、構造用ラワン合板代替品として注目されているOSBについて、道産のトドマツとカバを用いて試験を行い、トドマツについては比重0.60で構造用途として十分な強度を持つことが明らかになった。

しかし、価格面で海外からの輸入OSBに対抗するのは難しいため、6年度は、芯層に建築解体材を主原料とするパーティクルを用いてコストダウンを図り、実生産ラインに近い装置（フレークの配向にシェンク社製のフォーミングマシンを用いた）で製造試験を行うことにより、構造用途への可能性を検討した。

製造条件は次のとおりである。

原材料 表層：トドマツ大径木背板からのフレーク

芯層：建築解体材を主とする

パーティクル

接着剤の種類：メラミン・ユリア樹脂

接着剤添加率：表層10%，芯層8%

ワックス添加率：表層0.5%，芯層0.8%

層構成 表層：フレーク（配向）×2層

芯層：パーティクル（ランダム）×1層

表層：芯層：表層=1：4：1（重量比）

熱圧条件：180 ，5分

ボード寸法：1000×2000×12mm

ボード比重：0.65

性能評価はJAS（構造用パネルの日本農林規格）とJIS（JIS A 5908）の両規格により行った。

主な結果は次のとおりである。

| | JAS | JIS |
|------------------------------------|-----|------|
| 常態剥離 (kgf/cm ²) | 7.3 | - |
| 常態曲げ強さ (kgf/cm ²) | 392 | 412 |
| 常態曲げヤング (tonf/cm ²) | 77 | 51 |
| 常態曲げ強さ (kgf/cm ²) | 159 | 154 |
| 常態曲げヤング (tonf/cm ²) | 25 | 18 |
| 吸水厚さ膨張率 (%) | 6.6 | 14.7 |

この結果、芯層にパーティクルを用いる3層OSBが強度的には輸入OSB同等で構造用途として十分であることが明らかになった。しかし、吸水厚さ膨張率が大きく、この点が今後の検討課題である。

（平成5～7年度）

（成形科）

3. 開発製品の市場性の評価

Assesments of Market-Performance of Developed Products

3.1. 市場性の分析

Analysis for Market-Performance

3.1.1 木材業における経営改善

Management Improvement on Wood Industry

<乾燥技術に関するエキスパートシステム>

本道木材業においても、熟練者の高齢化、後継者不

足から蓄積された技術やノウハウの伝承ができにくくなってきている。これら個人に属する技術や知識を未熟練者に継承させるための手段としてエキスパートシステムがある。

平成4～5年度では、製材業のための簡便な経営分析システム、製材技術診断のためのシステムを開発した。平成6年度においては乾燥技術に関する問題を取り扱った。

そこで、乾燥技術の相談項目として照会の多い、割れ、乾燥ムラなどを防止するために、現在までに蓄積された技術資料として、林産試験場発行・木材テクニカルノート（乾燥編）、林産試験場乾燥科職員への聞き取りに基づく経験則を収集し整理した。得られた知識をエキスパートシステム構築用ツール大創玄（エーアイソフト）を用い知識データベースとしてIf Then形式で143ルールを知識として、また問題点を絞り込むための解説も合わせて記述した。

現段階では、最終的な原因を特定するためには若干の知識データベースの相互関連性について不十分さが見られる。しかし、ほぼ本ルールの構築方法でいける見通しを得た。

（平成4～6年度）

（経営科）

3.1.2 OSBおよびMDF製造工場の本道立地の可能性の検討

Feasibility Study for Building OSB/MDF Plant in Hokkaido

トドマツ、カラマツ等の小径間伐材およびパルプ材をOSB（配向性ストランドボード）やMDF（中比重ファイバーボード）の原材料として使うことを前提に、これらの製造プラントを本道に立地することが可能かどうかの検討を行った。

本研究では、木材資源の状況、ボード市場の動向、製造コストの国際的な比較など、主に文献資料を基に現状と将来の見通しを行った。また、北海道チップ材協会からの資料、およびMDFの二次加工工場での聞き取り調査等も参考にした。

第1表 MDF 1 m³当たりの製造コストの比較 (円)
Table 1. Comparative Operating Costs for MDF Mills (Cost of Production in Yen/m³)

| 国 別 Country | マレーシア Malaysia | アメリカ USA | ニュージーランド New Zealand | 日 本 (北海道) Japan (Hokkaido) |
|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 樹 種 Wood species | ゴムノキ (広葉樹) Rubberwood | ミックス (針葉樹) Mixed softwood | ラジアータパイン Radiata pine | トドマツ、カラマツ Todo fir, Ezo spruce |
| ボード厚 Panel thickness | 8mm以下 (12-18mm) <8mm () | 8mm以下 (12-18mm) <8mm () | 8mm以下 (12-18mm) <8mm () | 3-18mmの平均値 Average, 3-18mm |
| 原材料 Raw material | | | | |
| 木材/チップ Wood/Chip | 2,300 (2,000) | 3,500 (3,100) | 6,200 (5,400) | 14,150 |
| 接着剤 (含む硬化剤、ワックス) Glue (incl. hardener and wax) | 3,800 (3,400) | 2,600 (2,300) | 2,900 (2,600) | 9,510 |
| 原材料費計 Total raw material cost | 6,100 (5,400) | 6,100 (5,400) | 9,100 (8,000) | 23,660 |
| エネルギー Energy | | | | |
| 電気料 Electricity | 2,400 (2,400) | 2,700 (2,700) | 900 (1,000) | 5,080 |
| 燃料木材、重油/ガス等 Fuel wood, Heavy oil/ Gas | 100 (300) | 200 (400) | 200 (400) | 3,010 |
| メンテナンス、予備及び消耗部品、 その他 (排水処理、梱包、発送費) Maintenance, spare and wear parts, Others (incl. packing & shipping) | 5,100 (5,100) | 5,100 (5,100) | 5,100 (5,100) | 5,500 |
| 人件費 Salaries and wages | 1,000 (1,000) | 2,700 (2,700) | 1,600 (1,600) | 5,000 |
| 管理費 Administration | 700 (700) | 1,000 (1,000) | 800 (800) | 1,300 |
| 減価償却費及び利子を付加する 前の製造原価 Production costs before depreciation and interest | 15,400 (14,900) | 17,800 (17,300) | 17,700 (16,900) | 43,550 |
| 減価償却費 Depreciation | 3,800 (3,800) | 3,800 (3,800) | 3,800 (3,800) | 4,940 |
| 利子を付加する前の製造原価 Production costs before interest | 19,200 (18,700) | 21,600 (21,100) | 21,500 (20,700) | 48,490 |

注) 製造基準: 連続プレス、年間100,000m³生産。Sunds社の1993年資料、林材新聞社('95.1.9付け)記事、その他を参考に作成。

熱エネルギーについて、諸外国はその70~80%を樹皮、サンダー屑及び廃材でまかなっている。本道に立地するケースでは、原料をチップで調達することを前提にしているため、樹皮を熱源とはしない。工場からの廃材も使うが、必要な熱量の3割に満たない。残りの7割強はA重油を使うことになる。為替レートの換算 1 US\$=100円とした。

Note: These figures are based on 'MDF Industry Update', Sunds Defibrator (1993); New Zealand Pine International (Sep/Oct 1994) and others. Capacity of about 100,000 m³ per annum with a continuous press.

As for heat-energy, 70 ~ 100 % of its requirement can be generated from bark, sander dust and trim in the foreign countries, but we mainly use heavy oil in Hokkaido, Japan.

結果の概要は以下のとおりである。

木材資源の状況について

1994年に道内で紙パルプ用に使われた針葉樹は、チップ材で約140万 m^3 、パルプ材として約60万 m^3 の合わせて200万 m^3 である。今後、人工林からのチップ（パルプ材を含め）の生産可能量を素材出材予測で算出された数値の半分程度（背板チップの対原木歩留まりを約40%、径級8cm未満の材の80%を山棒チップに等）と仮定すると、2000年にはトドマツで年間約150万 m^3 、カラマツ100万 m^3 の計250万 m^3 と見込まれる。また、2010年以降は前者が200万 m^3 、後者が250万 m^3 の計450万 m^3 となる。このほか天然林からの針葉樹、広葉樹材を加えると膨大な量である。

ボード市場の動向

OSBは梱包材や住宅の下地材の用途に、MDFは家具・建具等を中心に、合板や製材の代替材として幅広く使われている。しかし、全国に占める本道のシェアは小さい。パーティクルボードで約3.3%（全国：107万 m^3 、本道：3.5万 m^3 、平成3年度）、ハードボードはわずかに1%（全国：15万 m^3 、本道：0.15万 m^3 ）にすぎない。市場の大半は関東、中部、近畿圏である。ハードボードの場合は自動車の内装用が大きなウェイトを占め、中部圏だけで40%を超えている。本道で生産する場合は、このような状況（輸送コストの負担）を十分に認識する必要がある。

製造コストの国際的な比較

ここでは、MDF 1 m^3 当たりの製造原価の試算結果を第1表に示した。北海道で製造した場合には約4.8万円/ m^3 となり同じ規模のプラントを想定し計算したマレーシア、ニュージーランド、アメリカの1.9~2.2万円/ m^3 に比べて2.5~2.2倍の価格差のあることが分かった。

原材料費、労働コスト、エネルギーコスト等どれをとっても我が国は不利である。また、国内の市場および輸送費などを考え合わせると北海道に工場を建てる必然性は低いと思われる。OSBについても傾向は同じ

である（林産試だより；1994年3月号参照のこと）。

さらに海外に目を向けると、工場の新設ラッシュが続いている。いずれの国も自国の需要をはるかに超える生産規模であり、明らかに日本市場をターゲットにしている。以上のことから、供給過剰気味である既存のOSBおよびMDF市場に、今から工場を新設し参入するのは無理と判断される。今後、コストの削減を可能とする新たな製造技術や、より高品質なボードの開発に関する研究を一層推し進める必要がある。

（平成6年度）

（経営科，成形科）

3.1.3 トドマツ人工林からの径級別素材生産予測

Forecasting Log Outputs in Accordance with Different Diameters from TODOMATU Plantation

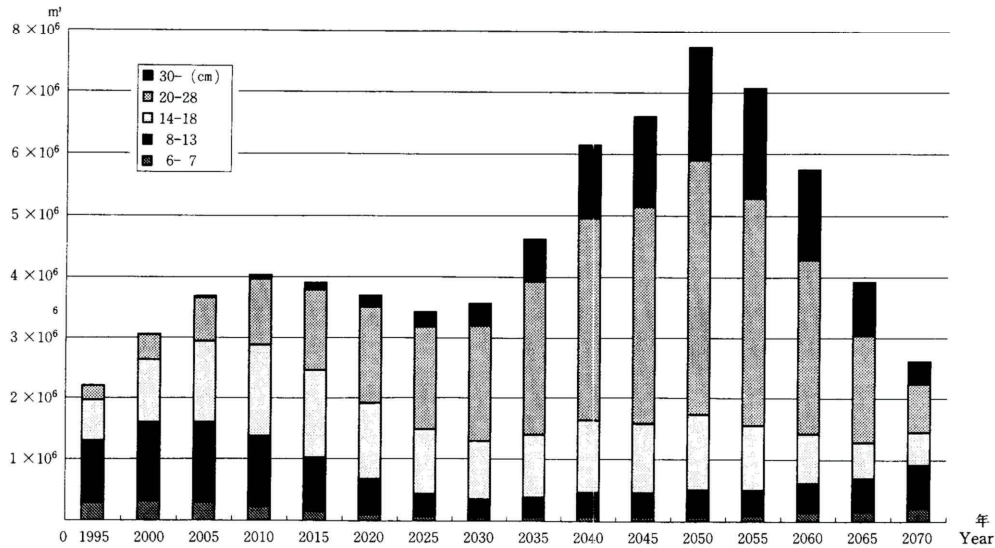
トドマツ問題を考えるために、行政サイドから出材されるトドマツ素材の将来像を明らかにしてほしいとの依頼を受け、阿部信行らによるコンピュータシミュレーション「トドマツ人工林のシステム収穫表」をもとに、「トドマツ人工林からの径級別素材出材予測システム」を作成した。

将来多量の出材が予想されるトドマツの一般建築材としての利用やパルプやボードの原料として利用する場合、その資源的な背景を地域ごとに明らかにすることが工場の適正立地等を考えた場合必要である。

これを用い一般民有林については各支庁単位で、道有林と国有林はそれぞれ林務署及び営林署ごとに予測を試みた。予測に当たり、次の前提条件を設定した。

前提条件

- ・初期間伐前の立木本数：2,400本/ha
- ・間伐方法：全層間伐
- ・間伐設計（施業体系）：中庸仕立て
- ・林分の地位指数：16, 14, 12, 10の4区分（特1等~3等に対応）
- ・地位指数別の伐期：地位16, 14, 12は80年，地位10は70年とする



第1図 全道合計
Fig.1. Forecasted log Outputs of Hokkaido from TODOMATU plantation.

・再造林：各年の主伐面積分を再造林する

この結果、素材生産（出材可能量）は今後年間200万m³から徐々に増加し、2000年には約300万m³、2010年以降は約400万m³と見込まれる。ちなみに、平成5年度のトドマツ人工林の素材生産量は約40万m³である。またピークは西暦2050～2054年（以下同年と略す）に現れ、平均の生産量は770万m³にも達する（第1図）。

なお、同年の予測量の径級別構成比率は、径級13cm下が6.5%、14～18cmが15.9%、20～28cmが54.0%、30cm上が23.6%である。しかし、これが西暦2070年になっても総量260万m³に対して各々35.3%、20.5%、30.0%、14.2%であり、いわゆる30cm上の大径材の比率は決して高くならないことが明らかになった。

また、同年の所管別の材積比率は国有林51%、民有林36.3%、道有林10.9%である。

国有林（同年）では、旭川31.5%、札幌（道局）25.4%、北見18.9%、帯広18.3%、函館5.9%の順である。民有林（同年）では網走が23.5%と多く、次いで上川14.6%、留萌8.7%と続く。道有林（同年）では滝川が12.5%、岩見沢11.9%、美深9.9%などである。

生産可能量としての計算手法については完成したものとする。ただし今回の計算時点では、国有林と民・道有林で地位指数（地位級）の見方が統一されていなかったり、造林面積が「北海道林業統計」に公表されている数値と大幅に違っている地域などがあるなど問題も残った。今後、これらの前提条件を整えながら必要な林分ごとに再計算を行う。

（平成6～7年度）
（経営科）

未利用森林資源の活用技術開発

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

1. 化学的・物理的手法による利用技術開発

Research and Development of Utilization Technologies of Wood by Chemical or Physical Method

1.1.1 炭化物としての利用技術の開発

Development for Utilization Technologies for Charcoal Products

1.1.1.1 フェノール樹脂含浸積層材の炭化条件および生成物の性質の把握（民間受託）

Grasping Properties of Carbonized Products and Appropriate Carbonization for Impregnated with Phenolic Resin

（平成5～6年度）

（物性利用科，株式会社ニックス）

1.1.1.2 木質系油吸着材の製造技術の開発

Development of Production Technology for an Oil Sorbent Derived from Wood

木質炭化物は燃料用が主であったが、近年環境浄化材や土壌改良材としての機能が注目されてきている。これまで、このような機能を高度に発揮できる炭化物の製造、用途開発の研究を進めてきた。さらに、環境問題や資源問題の高まりに伴い、より高度な利用を目指した炭化物の製造、用途開発が求められている。

このための研究から、木粉や木質ファイバーを300程度で熱処理することにより、疎水性を有する高性能な油吸着材が得られることを見いだした。特に、木質ファイバーのようなかさ密度の低いものほど油吸着性能が高いことが認められた。大量生産のための製造装置として、スクリーコンベヤーで原料ファイバーを連続的に送りながら熱処理する装置を設計、試作し

た。

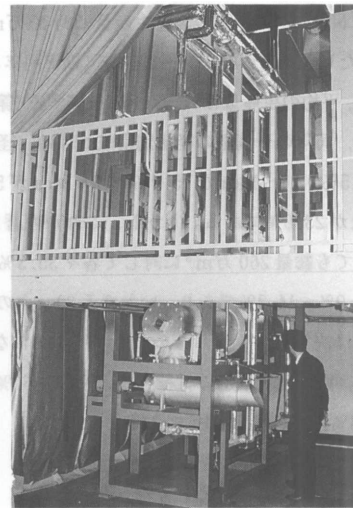
平成6年度は、試作した連続熱処理装置（第1図）によるエゾマツ・トドマツの混合ファイバーを原料とした木質系油吸着材の製造技術の確立と製造した油吸着材を用いた製品としての成形について検討した。

熱処理温度、原料の送り速度すなわち熱処理時間として装置内での原料の充填率などを変えて熱処理を行い、熱処理物の収率、油吸着量などの性能を測定して油吸着材の製造条件の検討をおこなった。

その結果、熱処理条件としては、油吸着性能の点からみると300～350程度、325が適当であった。時間は10分以内で十分であり、充填率は0.3～0.5程度が適していた。この範囲で油吸着材として要求される性能にあわせて収率の高い条件を選択すれば良いと考えられる。

木質系油吸着材にバインダーを混合して成形することを検討した。

その結果、薄いシート状あるいは厚手のマット状のものに成形することが可能であった。シート状のもので6g/g、マットで9g/gのA重油吸着量を示した。油



第1図 連続熱処理装置

Fig.1. Apparatus for continuous heat treatment.

吸着量はいずれも密度が低いほど高くなる傾向を示した。

今後、実用化にむけて、木質系油吸着材の製造プラントの検討、木質系油吸着材を利用した製品の開発をおこなっていく。

(平成5～7年度)

(中村主任研究員, 物性利用科, 機械科, 成形科)

1.1.3 流出油の回収・処理技術に関する研究(共研)

Study for Recovery and Treatment Technology of Spilled Oil

近年タンカー事故や石油タンクの事故での流出油による海上汚染が問題となっている。この流出油の回収、処理に油吸着材が用いられている。油吸着材としては、現在合成繊維系のポリプロピレン製のものが主に用いられているが、後処理のための焼却が難しいなどの問題も出ている。

そこで、木質系油吸着材を海上に流出した油の処理に利用する技術を開発するための研究を運輸省船舶技術研究所との共同でおこなっている。

平成6年度は、連続熱処理装置で製造した油吸着材を用いて、各種市販油吸着材との比較で木質系油吸着材の油吸着性能について検討した。

木質系油吸着材の油吸着量は23g/gであり、市販の天然パルプ系吸着材の14g/g、ポリプロピレン系の13g/gそして不織布と合成ポリマーの複合系の10g/gに対して約2倍の油吸着性能を示した。

この結果から、木質系油吸着材が優れた油吸着性能を有することが認められた。また原料が木材であるため油吸着後の焼却処理なども容易であり、二次公害も少ない。

今後、このような木質系油吸着材の特性を生かすためその加工方法・実用化等を検討する。

(平成6～7年度)

(物性利用科, 運輸省船舶技術研究所)

1.1.4 木質系油吸着材のシート化およびマット

化の研究 (共研)

Development of Production Technology for Sheet and Matt of an Oil Sorbent Derived from Wood

林産試験場が開発した木質系油吸着材の用途の一つとして工場などの含油排水の処理がある。排水中の油を効率良く吸着除去するために、油吸着材をシート化あるいはマット化してフィルターとして使用するのが有効である。

平成6年度は、連続熱処理装置で製造した木質系油吸着材をバインダーを用いてシート化またはマット化して、フィルターなどの材料を製造する技術について検討した。

その結果、油吸着材にパルプを2部以上混合し、抄くことによりシート化が可能であった。同じく不織布の細片を混合し熱圧することにより、厚手のマットの成形が可能であった。

油吸着性能については、シートのA重油吸着量は6g/g程度であり、パルプの比率が高い程吸着量は低下し、かさ密度が低い程油吸着量が高くなった。マットは9g/g程度の油吸着量であり、シートと同様かさ密度が低い程高い油吸着量を示した。

今後、成形したシートあるいはマットを用いてフィルターとして実用化することを検討する。

(平成6～7年度)

(物性利用科, 丸一物産有限会社,

富士フィルター工業株式会社)

1.2 粉砕物としての利用技術の開発

Research and Development of Utilization Technologies for Wood Particles

1.2.1 木材チップを暗渠用疎水材等として利用するための調査研究

Utilization of Wood Chips for Filter Material of Underdrainage.

北海道のチップ工業は、近年の円高による輸入チップへの依存度の高まりや、輸入紙・パルプ製品の増加

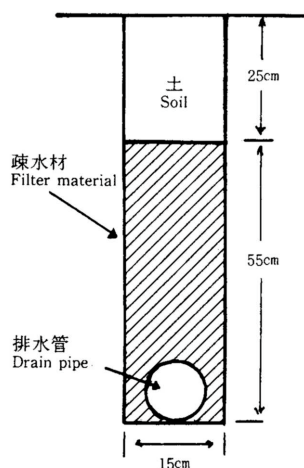
などにより、その経営は厳しい状況下に置かれ、安定した経営を維持するため、新たな木材チップの用途開発が望まれている。

そこで、林産試験場では、平成6年度から2年計画で、農地で施工される暗渠を対象に、木材チップの疎水材としての適性に関する試験を実施している。

第1図に、代表的な暗渠の断面構造を示す。通常の畑地や水田では、このような構造の暗渠が幅方向で10m間隔に施工され、1ha当たりの長さは1000mほどになる。

このような暗渠に、疎水材として木材チップを使用する場合、まず問題となる点として、木材抽出成分などによる作物への障害はないか、疎水材としての効果や耐久性など、性能面はどうか、の2点が考えられる。

そこで、これらの問題点を解決するため、平成6年度は、これまでに木材チップ（樹種はカラマツ）を用いて施工された暗渠から、経過年数の異なるチップを採取し、その成分分析や顕微鏡的観察を行なうとともに、新に設置した試験地の暗渠排水を定期的に採取し、その水質分析を行った。なお、木材チップの作物への生育障害に関しては、道立中央農試で試験を実施しており、また、チップの採取や試験地の設定などすべて道立中央農試の協力を得た。



第1図 暗渠排水断面構造
Fig.1. Schematic diagram of underdrainage

暗渠排水の水質分析は、平成6年に施工された富良野市内の畑地と水田、浦河町内の牧草地の計3か所を試験地とし、モミガラ使用の暗渠排水をコントロールとして、COD, BOD, pH等を分析した。カラマツチップを使用した暗渠排水のCOD, BODは、施工直後で、60~150ppmと高いが、ほぼ1か月経過以降は、モミガラ使用の場合と類似した値となり、BODで2ppm前後となった。

暗渠に使用されたカラマツチップの成分分析と顕微鏡的観察には、施工後4か月、8か月、1年、5年、6年経過したもの、計5サンプルを採取し供試した。

施工後4か月経過したチップのアルコール・ベンゼンや冷水、熱水の各抽出率は、原料チップと比べ顕著に低下した。この結果は、暗渠に使用されたチップの抽出成分が、比較的早い時期に流出することを示唆する。また、このことは、上記した暗渠排水の分析結果からも裏付けられる。8か月経過以降の試料についても抽出成分量は低いレベルで推移した。

一般に、木材を構成する成分の中で、作物などの成長を直接阻害する物質は、抽出成分中に含まれる。この抽出成分が、上記のとおり、比較的早い時期（施工後1か月前後）にそのほとんどが流出してしまうので、生育阻害性に関する問題は無視できるものと推定された。

供試チップの電子顕微鏡による観察および過酸化水素水・酢酸混合液により解繊した繊維の光学顕微鏡による観察結果からは、暗渠に使用されたチップの腐朽形態は、主として軟腐朽であることが認められた。

平成7年度は、さらに施工後の経過年数が異なるチップを採取し、成分分析や顕微鏡的観察などから、腐朽の進行状況を明かにし、耐久性に関する問題について検討する。

(平成6~7年度)

(窪田主任研究員, 材質科, 成分利用科,
耐久性能科)

1.3. 成分の利用技術の開発

Development of Utilization Technologies

for Constituents of Wood

1.3.1 エゾマツ樹葉の植物生理活性物質

Biological Active Compounds of Spruce
Leaf Extracts

造材あるいは除間伐により多量の枝葉が林地に放置される。樹葉は腐朽しにくく、更新や林木の成長障害になることもある。ここでは、蓄積量の多いトウヒ類の枝葉を対象として、抗菌性や植物に対する発芽抑制など植物生理活性物質を検索し、樹葉の有効活用を図る。すなわち、抗菌性試験、発芽試験を行い、エゾマツ針葉の生理活性成分を特定する。

腐朽菌（オオウズラタケ、ナミダタケ、カワラタケ、ヒロタケ）に対する抗菌活性を調べた。エゾマツのヘキサン可溶部はヒロタケ、ナミダタケに、トウヒのエーテル可溶部はナミダタケに対して菌糸伸長を抑制した。アカエゾマツのエーテル可溶部は500ppmの添加により80%の伸長抑制を示した。しかし、添加濃度500ppmの阻止率としては、必ずしも興味深い結果ではなかった。

エゾマツのエーテル可溶部（濃度500ppm）に強いコマツナの発芽抑制が見られた。エゾマツの酢酸エチル可溶部と残さ部、トウヒのアセトン抽出物は伸長を促進した。そこで、エゾマツのエーテル可溶部および残さ部を用いて、その添加量を変化させて発芽試験を行った。残さ部による促進効果は150-200ppmでも見られたが、エーテル可溶部による抑制効果は500ppmにおいて見られ、比較的高い濃度が要求された。

エゾマツのエーテル可溶部のコマツナに対する発芽抑制物質を特定するため、カラム分離を行った。活性物質はアセトンおよびエタノール溶出溶媒中に存在し、有機酸などが含まれる酸性フラクションに見られた。今後は、これらの活性物質を特定するとともに、さらに広く生理活性試験を行う。

（平成5～6年度）

（成分利用科，耐久性能科）

1.3.2 北海道森林バイオマスの保健衛生面への
新規利用法に関する研究

Screening Experiments on

Pharmacognostical and Fungicidal Uses of
Forest Biomass

本道の森林面積は北海道全土の2/3を占め、その豊かな森林には多種多様な生物が棲息している。森林の主体である樹木、またそれに寄生している野生キノコの種類は多く、成分化学の観点からみればそれぞれが非常にバラエティに富むバイオマスの一つである。しかし、いくつかの商業樹種、菌種を除けば、そのほとんどすべてが未利用のまま放置されている。一方、木材工業で利用される樹種でも、用材を生産する過程で樹葉、樹皮などが大量に排出されている。近年、樹皮の再利用は進み、ほとんど廃棄されることはなくなったが、その利用形態は依然廃棄物処理の域を脱したのではなく、低位、粗放なレベルといっても過言ではない。

本研究では未利用森林バイオマスの新規用途開発の一環として、道産樹種の樹葉、樹皮、野生キノコを取り上げ、それらに含まれている薬理活性成分や有害菌類に対する抗菌成分を明らかにし、保健衛生分野における新規用途の開発を目的とした。本年度は、樹葉（148樹種）、キノコ（310検体）のリンパ球増殖促進効果（マイトジェンテスト）および過酸化脂質生成阻害活性を調べ、さらに野生キノコ（164検体）の有害真菌類に対する抗菌性も検討した。

(1) 樹葉、野生キノコ類の薬理活性

樹葉および野生キノコのアセトン抽出物について5μg/mL濃度でリンパ球増殖促進、抑制効果を、0.1mg/mL濃度で過酸化脂質生成阻害活性を試験した。その結果、サワフタギ、ハリギリ、エゾウコギなど10種の樹葉とナガエノチャワンタケにマイトジェン無添加系でリンパ球の増殖が認められた。マイトジェン無添加系でリンパ球の増殖を促すものは、それ自体マイトジェン活性を有していると考えられるが、その増加率は30～50%程度であり、コンカナバリンA（Con A）やリポポリサッカライド（LPS）に比べて低いものであった。Con A添加のT細胞系において、樹葉、野生キノコともにリンパ

球増殖促進効果は観察されなかった。しかし、LPS添加のB細胞系においては、エゾムラサキツツジ、エゾヤナギ、ハシドイなどの樹葉や、カワムラフウセンタケ、エノキタケ、オシロイシメジ、サクラシメジなどのキノコに増殖を促進する効果が認められた。また、セイヨウビャクシン、ニオイヒバ、ヒノキアスナロなどのヒノキ科樹葉やツキヨタケ、コショウイグチにリンパ球の増殖を強く抑制する効果が認められた。

一方、ハンノキ、カツラ、クリなど17樹種の樹葉、キハツタケ、ハツタケ、ツリガネタケに高い過酸化脂質生成阻害活性が見いだされ、特にサトウカエデ樹葉エキスは合成抗酸化剤（ブチルヒドロキシルトルエン）と同程度の効力を示した。

(2) 野生キノコの抗真菌活性

野生キノコのアセトン抽出物のトリコデルマおよびペニシリウムに対する抗真菌活性をペーパーディスク法で測定した。トリコデルマに対しては、ハラタケ、モエギタケ、キシメジ類の子実体エキスが菌糸生長を抑制し、これらのエキスを栽培菌床に添加することで、ある程度の防菌効果が期待される。しかし、ペニシリウムに対してはほとんどのキノコが無効であり、担子菌子実体成分によるペニシリウムの防除は期待されない。

(平成5～7年度)

(成分利用科, 耐久性能科, 道立衛生研究所)

1.3.3 ササの触媒添加蒸煮の検討

Acid-Catalyzed Steaming Treatment for Preparation of Xylo-oligosaccharides from Bamboo Grass, *Sasa senanensis* Rehd.

北海道の森林は下層植生としてササ類が広く分布しており、その蓄積量は生重で15,000万トン、北海道の林木蓄積53,200万³m (乾重換算27,100万トン)の28%に相当し、未利用資源としては他に例をみないほど大きなものである。これらササ類は、無立木地で旺盛に繁殖し樹木の進入を許さない。造林地では、植栽後幼樹の保護のため下刈り作業を要し、天然更新地では

かき起こしによる除去が必要となる。このように膨大な蓄積量を有するササ資源も、森林施業上単なる雑草に過ぎず、その防除に多大の労力と経費がかけられている。現在、わずかに一部が健康食品、農作物支柱などに使われている程度で、利用量は全体からみれば極めて少ない。

平成4, 5年度に行った共同研究「ササ多糖類の生理活性」では、温和な蒸煮処理によりササ稈からキシロオリゴ糖主体の糖液が得られることを明らかにした。一方、リグノセルロースの爆砕処理において、酸触媒の添加でヘミセルロースの水解が促進されることが知られている。本研究は、蒸煮処理における酸触媒の添加効果を検討するものである。平成6年度は、有機酸、酸性無機塩の触媒効果を調べた。

170～200℃, 10分の条件でササ稈を蒸煮し、各種酸のキシラン水解触媒効果を調べた。その結果、酸触媒の添加によりキシランとリグニンの水解が促進され、5ミリモル/kg基質の添加量で十分な触媒効果が認められた。触媒効果の大きさは酸の種類によって異なり、アルミ系のルイス酸が最も大きく、塩化第二鉄、塩化カルシウム、二官能性有機酸の順であった。しかし、アルミ系のルイス酸では5ミリモル/kgの添加量でも過剰となり、190℃以上の高温条件下では生成糖の脱水分解が進む結果となった。一方、他の比較的温和な酸触媒の使用により、蒸煮温度を10℃程度下げられることが明らかとなった。

(平成6, 7年度)

(成分利用科)

1.3.4 木質系固定化担体の開発

Lignocellulosic Materials as Immobilized Carriers

燃料、堆肥など比較的低位な用途に限られている樹皮やノコグズの高度利用は、森林資源の有効活用の観点から極めて重要な課題である。木質材料は非常に多孔質な物質であり、この特性を利用した固定化用担体としての用途も、有効活用の一手段と成り得る。本研究は、固定化用担体の検索として木粉、ホロセルロー

スなどの微細構造を観察し、その多孔性や特性を把握する。さらに、その形状を固定化担体に適する球状またはブロック状に成形する。

木粉、ホロセルロースおよびそのリン酸化物の形態を観察した。木粉やホロセルロースには、径30 μ mの細孔が観察された。ホロセルロース調製の処理時間を増加することで、リグニン除去率が増加し、繊維細胞に割れや剥離が生じた。この空隙は、酵母、糸状菌、放線菌の固定化に良好と思われた。ホロセルロースのリン酸化物は、セルロース製発泡体（商品名ファイバーム）に似た形態であった。すなわち、フィブリルがランダムに絡みあう海綿状の多孔質物質で、20~100 μ mの不均一な間隙を持ち、それは非常につぶれやすかった。担体は発酵過程の攪拌に耐え得ることが要求されるので、リン酸化物では樹脂などで包埋することが必要と思われた。

形状の不安定なリン酸化物を溶媒および塩添加により成形を試みた。ホロセルロースのリン酸化物は、大きく吸水膨潤する。これにアセトンを加えると、収縮し、空隙は消失した。しかし、これにエタノールを加えた場合は、個々の繊維は収縮するが、全体的には膨潤時の容積がほぼ維持され、粒状となった。

塩を添加することで、リン酸化物の膨潤度およびかたさが大きく変化した。なお、3価の塩を添加した場合は、三次元的な架橋構造が形成されてわずかに空間が残るものの、2価の塩の場合は、主にリン酸基がキレート配位して解離度が小さくなり、前者よりも収縮すると思われた。そして、3価の塩添加によりリン酸化物は粒状になった。今後は、木粉およびリン酸化物を担体として発酵試験を行う。

(平成5年度~6年度)

(成分利用科)

2. 微生物的手法による利用技術開発

Research and Development of Utilization Technologies of Wood by Biological Method

2.1. 食用菌栽培技術の確立

Establishment of Cultivating Technologies for Edible Mushroom

2.1.1 シイタケ優良品種の開発

Breeding of *Lentinula edodes*

北海道でもシイタケの菌床栽培が本格化してきており平成5年度では、生産量の約40%を占めている。しかし、現在栽培されている品種は培養期間および発生期間ともに長期にわたるものが多い。発生期間が長期化するとカビ汚染等を招きやすく、栽培上の問題点になる。

そこで、栽培期間が短く、カビ等の害菌抵抗性が高く、肉厚・Mクラスの大きさの本道の気候風土に適した菌床栽培用シイタケの品種の開発が必要とされた。

これまでの成果としては、平成4年度に交配により作出した15系統334菌株および市販シイタケ131菌株の総計465菌株について1次選抜を行い、2次選抜用菌株として30菌株を選抜した。

また、新たに1次選抜用菌株として、交配により9系統267菌株を作出した。

平成6年度は、5年度に1次選抜した30菌株について選抜を重ね、2次選抜の基準として、2.5kgの菌床から1次発生で400g以上の収量が得られ、かつ特徴的性質を有する5菌株を3次選抜用菌株とした。

また、5年度に新たに交配により作出した9系統267菌株について、1.2kgの菌床から1次発生で200g以上の収量が得られることを基準として1次選抜を行い39菌株を選抜した。さらにこれらの菌株について上記基準によって2次選抜を行い、特徴的性質を有する菌株として7菌株を選抜した。

(平成5~10年度)

(品種開発科)

2.1.2 ナラタケ属菌床栽培技術の確立

Establishment of Saw-Dust Cultivation Method of Genus *Armillaria*

ツバのあるナラタケ属のキノコはナラタケと呼ばれ、全国的に分布しているとともに、優秀な食用菌として

も広く知られている。したがって、ナラタケは新しい商品として有望な作目になる可能性が高い。しかし、その栽培方法はいまだ確立されていない。そこで、ナラタケの菌床栽培技術を確認し、北海道特産のキノコとして本州に移出するための基礎を作ることが本研究の目的である。

平成6年度は、(1)栽培に適するオガコの樹種と培地添加物の検討、(2)廃培地処理方法の検討、(3)袋栽培技術の検討、(4)酵母との2員培養の検討を行った。以下に得られた結果を示す。

(1) 広葉樹のオガコでは、カンバ類、ナラ類、ブナなど道内で産出されるほとんどの樹種が栽培に利用可能であった。針葉樹ではカラマツとエゾマツが栽培に利用可能であるが、トドマツには子実体収量の減少や栽培期間が長くなるなどの欠点が見られた。また、米ぬか、フスマ、コーンブランの3大穀類の糠が栄養添加物として利用可能であることが分かった。

(2) ナラタケの廃培地にフスマを添加した培地でヒラタケを栽培すると、菌回りが遅れるものの子実体の原基形成が促進されるために、カンバやエゾマツのオガコを用いた対照培地と比較して総栽培日数が14~19%短縮した。さらに、ヒラタケの品種によって、対照培地より14~50%の子実体収量の増加が観察された。したがって、廃培地はヒラタケの培地材料として利用可能であると判断された。

(3) 500g詰めめの袋栽培を行った結果、培地重量当たりの子実体発生率が11%程度となり、瓶栽培での同発生率15%以上と比較して子実体の発生効率が低かった。

(4) 日本酒酵母2種、焼酎酵母とワイン酵母各1種を用いてナラタケの瓶栽培を行ったところ、酵母を用いない対照区と比較して、いずれも菌回りの子実体原基の形成の遅れ、および子実体収量の低下が観察された。しかし、酵母の種類により菌回りの遅れなどに与える影響の大きさに差異が見られた。

(平成5~6年度)
(生産技術科)

2.1.3 ハウス管理によるシイタケ原木栽培技術の確立

Establishment of Bed-Log Cultivation Method of Shiitake (*Lentinus edodes*) Using Green-House

北海道におけるシイタケの原木栽培は、ハウスを用いた周年栽培が主流である。そこで、ハウスを用いた四季別栽培管理法を確認し、減少しつつある原木の有効利用を計ることを研究目的とした。

平成6年度は、前年度からの継続試験として、ミズナラ原木の植菌数と子実体収量の検討を行った。試験の概要としては、原木の太さにより、細(7~8.4cm)、太(8.5~10cm)の2試験区に分け、植菌方法は列間隔約5cm一定として一列の植菌数を4-3、5-4、6-5の3試験区を設け、供試菌は林産試験場保存株Le71-14と市販菌株河村S54の2菌株を用いた。

その結果、両供試菌株ともに細区については植菌数が子実体収量に影響しなかった。しかし、太区では植菌数が多くなるほど子実体収量が増加した。このような原因としては、太い樹種ほど樹皮が固い傾向があるため、植菌数が多いほど植菌部位を中心としてより多くの子実体が発生したと考えられた。

(平成5, 6年度)
(生産技術科)

2.1.4 菌床栽培における糸状菌汚染防除対策の確立

Establishment of Protection Technique of Fungi Contamination on Saw-Dust Cultivation of Edible Mushroom

シイタケなどの栽培期間が長い食用菌の菌床栽培においては、子実体の原基形成や生育中に、菌床の表面にトリコデルマやペニシリウムなどのカビが発生しやすく、その結果として子実体収量の減少が引き起こされる。菌床のカビ対策としては培地調製時に一定濃度の防カビ剤を添加する方法があり法的にも認められている。しかし、キノコは健康食品としてのイメージが売り物であり、安易に薬剤に頼るカビ対策は望ましい

方法とはいえない。したがって、栽培環境への配慮を始めとする、薬剤に頼らない防カビ対策の確立が望まれる。平成6年度は、(1)道内の菌床シイタケ栽培農家のキノコ発生施設内の落下真菌調査、(2)シイタケ菌床表面の水分活性を調整する方法によるトリコデルマ防除の可能性の検討を行った。以下に得られた結果を示す。

- (1) 平成5年度に11施設、6年度に13施設の合計24の子実体発生施設(8支庁の管内に渡る)の落下真菌を内径9cmのPDA平板培地を用いて調査した。その結果、平板培地当たりの平均落下真菌数は29.4個で、全落下真菌数の71.4%をペニシリウムが占めた。一方、トリコデルマは約2%の占有率であったが、上記24施設中17の施設の落下菌から検出された。
- (2) 完熟菌床の浸水後に、数%濃度の食塩水に30~60秒間浸せきして菌床表面の水分活性を低下させることでトリコデルマの発生が遅れる傾向がみられたが、そうした処理を繰り返すと、逆にトリコデルマの被害が増すことが分かった。

また、菌床中の培地添加物(米ぬかやフスマなど)量を減らすことによって、菌床のトリコデルマ汚染度合いが低くなることが分かった。今後は、そうした添加物使用量の最適値について検討を行う予定である。

(平成5~9年度)
(生産技術科)

いる。本研究の目的は、以上のような現状をふまえて、形態の優れた子実体を効率的に生産する技術を確立することである。

平成6年度は、(1)市販の培地添加物がシイタケの菌糸生長に及ぼす影響の観察、(2)培地添加物の添加量と子実体収量との関連性の検討、および(3)培地添加物の種類と子実体収量との関連性の検討を行った。以下に得られた結果を示す。

- (1) 市販のきのこ増収剤や米ぬか、フスマなど15種類の培地添加物から得た熱水抽出液に2%寒天を加え平面培地を調製した。これに市販のシイタケ菌株13品種を接種・培養し、それらの菌糸生長速度を求めた。その結果、品種により挙動が異なることが明らかになった。
- (2) 培地添加物としてフスマを用い、添加量を7.5%、8%、10%、12%の4条件の菌床を作製し、北研600号を接種・培養した。それらを空調施設(16℃)と簡易ハウス(7~29.5℃)で子実体の発生操作を行ったところ、いずれもフスマ7.5%添加培地の子実体収量が最大となった。
- (3) 3種類の培地添加物(フスマ、米ぬか、コーンブラン)とそれぞれを組み合わせた6条件の培地を用い、それらに市販のシイタケ菌株8品種を接種・培養した。子実体の発生操作は空調施設(16℃)と簡易ハウス(7~29.5℃)で行った。使用する品種により最適培地が異なることが分かった。

(平成5~6年度)
(生産技術科)

.2.1.5 シイタケ菌床栽培技術の開発

Development of Saw-Dust Cultivation Method of Shiitake (*Lentinus edodes*)

北海道における平成5年の生シイタケの生産量は3828トンで、この37%に当たる1420トンが菌床栽培により生産されるに至った。しかし、菌床栽培は技術的に確立されたものではなく、子実体の発生不良、カビ汚染による子実体の発生阻害などの問題が生じている。そのために、個々の栽培者は不安定な経営状態にあり、シイタケ菌床栽培技術の早急な確立が望まれて

.2.1.6 タモギタケ新品種の育成

Development of Superior Strains of Tamogitake (*Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*)

タモギタケは北海道特産のキノコで、その生産はほとんど北海道で行われており、平成5年における全国のタモギタケ生産量の87.5%を北海道が占めている。また道内のタモギタケ生産に使用されている種菌としてはほぼ100%、林産試験場で開発された2品種が用

いられている。しかし、この2品種は開発されてから20年前後を経過しており、栽培者からこれらの品種に代わる優良な品種の開発が求められ、新品種の開発に着手した。

林産試験場保有菌株のうち栽培実績のあるPc 76-5と子実体収量の優れたPc 77-4の単胞子をそれぞれ交配して約400株を作出し、選抜試験を実施した。1次発生の子実体収量と子実体の形態の優れていることを選抜基準とし、1次選抜で100株、2次選抜で36株、3次選抜で5株を選んだ。

現在、この5株を中心にして子実体の形態や収量についての安定性を観察するための試験を継続しており、優良な数株については法的保護を行った後に、平成7年度中に普及を図る予定である。

(平成6～9年度)

(生産技術科)

2.1.7 食用菌の分子生物学的研究

Research on Molecular Biology of Edible Fungi

シイタケ、ヒラタケ等の食用菌の育種にはこれまで単胞子を用いて交配を行い選抜を行う交雑育種が主流である。これに対して食用菌の育種に遺伝子操作、細胞融合等のニューバイオテクノロジーの手法を応用すると、交配の簡略化等大きな進歩が期待できる。

しかしながら、これらの手法を育種に応用する場合染色体遺伝子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、これらの情報は非常に乏しいのが現状である。

そこで、シイタケ、ヒラタケ等の食用菌の遺伝子の解析を行い、得られた結果を育種に応用し新しい品種の作出に資するとともに、細胞融合の効率的な方法についても検討を行い育種に応用する。

これをふまえて、市販の83種類のシイタケの菌株からミトコンドリアを単離し、ミトコンドリアDNA画分を抽出し、アガロースゲル電気泳動によって、プラスミド様DNAの分布を調べた結果、3種類の大きさのプラスミド様DNAおよび1種類の大きさのRNAが確認された。各菌株における、これらの遺伝物質の分布は、

- (1) RNAおよびプラスミド様DNAを保持する菌株。
- (2) RNAのみを保持する菌株。
- (3) プラスミド様DNAのみを保持する菌株。
- (4) RNAおよびプラスミド様DNAのいずれも保持しない菌株。

の4種類に大きく分けられた。さらに、プラスミド様DNAを保持する菌株については、3種類のプラスミド様DNAの組み合わせもあることから、これらの遺伝物質の分布は多様性に富んだ。

(平成6～12年度)

(品種開発科)