

# 13巻4号 目次

## Contents to Volume 13 Number 4

<b>林産試験場の平成10年度試験研究成果の概要</b>	<b>1</b>
<b>1998 Annual Research Results of the Hokkaido Forest Products Research Institute</b>	
<b>I. 木材利用の多様化を促進するための技術開発</b>	<b>2</b>
<b>Technological Development for Diverse Utilization of Wood Products</b>	
<hr/>	
<b>I.1. 需要分野拡大のための木材利用技術の開発</b>	
<b>Development of Utilization Technology for Enlargement of Wood Products Market</b>	
<b>I.1.1. 木質内外装材の製品開発</b>	
<b>Development of Wooden Interior and Exterior Parts</b>	
<b>I.1.1.1 間伐材を活用した学校用机・椅子の製品開発</b>	<b>2</b>
<b>Development of School Desks and Chairs with Plantation Grown Softwood</b>	
<b>I.1.1.2 建築解体材を利用した木質系舗装資材の開発（共同研究）</b>	<b>2</b>
<b>Development of Wooden Flagging Made from Particles of Waste Wood</b>	
<b>I.1.1.3 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）</b>	<b>3</b>
<b>Development of Wooden Floor Systems from a Viewpoint of Safety at Walking with Frozen Surface in Winter</b>	
<b>I.1.2. 木造住宅の施工技術および資材の開発</b>	
<b>Development of Building Technology and Materials for Wooden Houses</b>	
<b>I.1.2.1 道産中小径材を用いた枠組壁工法用横架材製造システムの開発</b>	<b>3</b>
<b>Development of Producing System of Joist for Wood Frame Construction with Small or Medium Diameter Logs Grown in Hokkaido</b>	
<b>I.1.3. 大規模構造物の施工技術および資材の開発</b>	
<b>Development of Building Technology and Materials for Large-Scale Structures</b>	
<b>I.1.3.1 道産人工林材の木造橋等屋外施設への利用技術の開発</b>	<b>4</b>
<b>Development of Utilization Technology for Wood Bridges and Outdoor Facilities Using Timbers from Plantation Grown Tree in Hokkaido</b>	
<b>I.1.3.2 合理化在来構法の開発</b>	<b>5</b>
<b>Development of Rationalization for Wood Frame House</b>	

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 Technology and Materials for Public Works and Agricultural Facilities	
I .1.4.1	生分解性育苗ポットを活用した機械による植栽技術の確立 (共同研究) .....	6
	Development of Machinery Planting Technique for Using Biodegradable Pots for Cultivation of Seedlings	
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	道産人工林材によるエクステリアウッドのデザイン開発 .....	7
	Design of Wooden Exterior Products Using Timber from Plantation Grown Tree in Hokkaido	
<b>I .2.</b>	<b>木質材料の性能向上技術の開発</b> Development of Technology for Improving Properties of Wood and Wood Based Materials	
I .2.1.	寸法安定性向上技術の開発 Development of Technology for Improving Dimensional Stability	
I .2.2	耐朽性向上技術の開発 Development of Technology for Improving Durability	
I .2.2.1	低毒性防腐処理木材の耐海虫性の評価 (民間受託) .....	8
	Evaluation of the Resistance of Wood Treated with Low Toxic Preservatives to Marine Borers	
I .2.2.2	ランバーコア合板に対する防腐処理技術の開発 (共同研究) .....	8
	Development of the Wood Preservative Treatment for Lumber-Cored Ply- wood	
I .2.2.3	河川等で使用される木材の耐久性評価 .....	8
	Evaluation of the Durability of Wood Used at the Waterside	
I .2.3.	耐火性向上技術の開発 Development of Technology for Fire Improving Resistance	
I .2.3.1	新しい防火規格に対応した難燃化技術の開発 .....	8
	Development of Fire-retardant System Corresponding to the New Fire Standard	
I .2.4.	強度向上技術の開発 Development of Technology for Improving Mechanical Properties	
I .2.4.1	新しいWPCの製造法 .....	9
	New Production Method of WPC	
I .2.5.	遮音・吸音性向上技術の開発 Development of Technology for Improving Sound Insulation and Absorption	
I .2.6.	新性能付与技術の開発 Development of Wood Materials with High and New Performance	

I .2.6.1	北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究 ……………	11
	Studies on Improvement of Living Environment for the Elderly or Handicapped in Hokkaido	

### I .3. 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 .3.1.	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 .3.1.1	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)) ……………	12
	Development of New Materials by Chemical Processing and Combination of Veneer and the other Materials	
I .3.1.2	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) ……………	12
	Development of the Artificial Reefs by Wood Particles, Sewage Compost and Sewage Ash	
I .3.1.3	木・樹脂複合サッシの実用化に関する研究(共同研究) ……………	13
	Studies on Practical Use of Wood-PVC Combined Sashes	
I .3.1.4	木質・セメント成型体藻礁の製造技術 ……………	13
	Manufacture of Wood-Cement Composite Algal Farming	

### I .4. 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 .4.1.	樹種ごとの材質評価 Evaluation for Wood Qualities by Species	
I .4.1.1	道南スギ精英樹クローンの材質 ……………	14
	Wood Qualities of Plus-tree Clones of Sugi ( <i>Cryptomeria Japonica</i> ) in Southern Hokkaido	
I .4.1.2	高容積重家系の早期選抜の検討 ……………	15
	Investigation for Juvenile Selection of High Density Families	
I .4.1.3	優良トドマツ精英樹家系選抜のための材質検定 ……………	16
	Test of Wood Qualities for the Selection of Todomatsu ( <i>Abies sachalinensis</i> Mast.) Plus Trees	
I .4.2.	木質資材の各種性能の評価 Evaluation of Properties for Wood and Wood Based Materials	
I .4.2.1	熱帯造林木の材質評価および加工適性評価 ……………	16
	The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Plantation- Grown Trees in Tropics	
I .4.2.2	集成材の強度シミュレーション技術の確立 ……………	18
	Establishment of Technology for Simulation of Glulam's Strength	

I .4.2.3	輸入木材の接着塗装性能の検討	19
	Examination of Adhesive and Coating Properties for Imported Wood	
I .4.2.4	未利用熱帯材の材質評価および加工適性評価 (民間受託)	19
	The Qualities and Processing Aptitudes of Unused Tropical Woods	
I .4.2.5	スギ虫害材の強度性能試験	19
	Strength Properties of Sugi with Insect Damage	
I .4.2.6	針葉樹高温乾燥材の構造用途適性評価	19
	Evaluation of High-temperature Dried Softwood for Structural Uses	
I .4.2.7	防腐処理された木質材料の接着性能の検討	20
	Adhesive Properties of Wood Treated with Preservatives	
I .4.2.8	床暖房用フローリング性能試験の簡素化	20
	Simplification of the Performance Test in Wooden Floorings to Use the Floor Heating	
I .4.2.9	北国型住宅の室内空気汚染とその対策	21
	Determination of and Countermeasures for Indoor Air Pollution of House in Cold Region	
I .4.3.	木質資材使用マニュアルの整備	
	Making a Use-Directory for Wood and Wood Based Materials	
I .4.3.1	木材の利用促進を図るための設計資料の作成	21
	Drawing Up a Data Book for Interior Design Used Wood and Wood Based Materials	

## II. 木材産業の体質強化を促進するための技術開発 23 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	
II .1.1.1	エア式圧力セリ装置による挽材精度の向上	23
	Effect of the Air-guide System on the Bandsaw Cutting Accuracy	
II .1.2.	粉砕技術の改善・開発	
	Improvement and Development of Pulverizing Technology	
II .1.3.	乾燥技術の改善・開発	
	Improvement and Development of Drying Technology	
II .1.3.1	連続水分測定装置を用いた水分管理技術の検討	23
	Development of Continuous M.C. Measurement System	
II .1.3.2	木材高温乾燥の実用化技術の開発	26
	Development of Practical High Temperature Wood Drying Technology	

II.1.3.3	蒸気式乾燥装置の制御システムの見直しによる省エネ化	28
	Saving Energy by Reconsideration of Control on Dry Kiln	
II.1.4.	注入技術の改善・開発	
	Improvement and Development of Impregnating Technology	
II.1.5.	接着技術の改善・開発	
	Improvement and Development of Gluing Technology	
II.1.6.	表面処理技術の改善・開発	
	Improvement and Development of Treatment Technology for Wood Surface	
II.1.7.	新加工技術の開発	
	Development of New Processing	
II.1.7.1	曲がり挽き製材の有効性の検討	28
	Examination Concerning Efficiency of Curve Sawing	
II.1.7.2	木材・金属複合パイプ製造機の開発	29
	Development of Veneer Winding Machine for the Production of Wood metal Composite Pipe	
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.2.2.	乾燥工程の合理化	
	Rationalization of Drying Process	
II.2.2.1	広葉樹乾燥材の品質管理方法の検討	30
	Quality Control of Kiln-dried Hardwood Lumber	
II.2.3.	集成材製造工程の合理化	
	Rationalization of Manufacturing Process for Laminated Wood	
II.2.3.1	集成材ラミナの欠点除去技術の開発	31
	Development of Defect Removal Technology for Wood Strips of Laminated Lumber	
II.2.4.	合板製造工程の合理化	
	Rationalization of Manufacturing Process for Plywood	
II.2.4.1	道産低質広葉樹材からの合板・LVLの製造試験	33
	Manufacturing of Plywood and LVL Using Lower Grade Domestic Hardwood Log	
II.2.4.2	信頼性の高い針葉樹構造用合板の開発（林野大プロ）	35
	Development of Softwood Structural Plywood Warranted Strength Properties	
II.2.4.3	内装用針葉樹合板の製造	36
	Manufacturing of Interior Softwood Plywood	
II.2.5.	成形板製造工程の合理化	
	Rationalization of Manufacturing Process for Board	

II.2.5.1	構造用木質ボードの寸法安定性の改善に関する研究	37
	Improvement in Dimensional Stability of Structural Boards	
II.2.5.2	高粘度接着剤用フォーミング装置の開発（共同研究）	38
	Development of Automatic Forming Machine for Making Urethane-Bonded Wood and Recycled Tire Rubber Panel	
II.2.5.3	電磁波遮蔽建材の開発	39
	Development of Cement-Bonded Particleboard Having Electromagnetic Shielding Ability	
II.2.5.4	木質廃棄物金属除去装置の開発	40
	Development of Metal Remover from Waste Wood	
II.2.6.	加工工程の合理化	
	Rationalization of Processing	
II.2.6.1	木材加工表面の欠点評価基礎技術の確立	40
	Establishment of Evaluation of Defect in Wood Processing	
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	
II.3.1.1	輸入広葉樹材の利用実態調査	41
	Investigation for the Utilities of Imported Hardwood	
II.3.1.2	カラマツ大径材の利用方法の検討	41
	Examination on Utilization of Karamatu Large Diameter Logs	
II.3.1.1	製材業における作業システムの高度化に関する研究	42
	The Improvement of Working System for Saw-milling	
II.3.2.	製造コストの低減化	
	Curtailement of Manufacturing Cost	
II.3.2.1	小径木の正角材としての利用技術の開発	43
	Production of Squares (Shokaku) from Small Logs	
III.	未利用森林資源の活用技術開発	46
	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.	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	木質系多機能炭化物の利用技術の開発（共同研究）	46
	Utilization of Carbonized Wood Fiber for the Absorbent of Environmental Pollutants	
III.1.1.2	木質炭化物を用いた塩基性ガス吸着剤の開発	46
	Development of the Basic Gas Adsorbent from Carbonized Wood	
III.1.1.3	木酢液および木タールの利用（共同研究）	47
	Utilization of Wood Vinegar and Wood Tar	
III.1.1.4	低温炭化によるチップダストの用途開発（プロジェクト研究）	48
	New Agricultural and Horticultural Materials made from Heat-treated Wood Chip-dust	
III.1.1.5	低温炭化による木質破砕物の用途開発（共同研究）	48
	New Horticultural Materials made from Heat-treated Wood Chip	
III.1.2.	<b>粉砕物としての利用技術の開発</b>	
	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	48
	Utilization of Wood Chips for Filter Material of Underdrainage	
III.1.3.	<b>成分の利用技術の開発</b>	
	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検索と利用に関する基礎研究（創造的研究）	49
	Screening and Utilization of Antifeedant for Small Rodents from Tree Extractives	
III.1.3.2	ササの有効利用技術の開発	51
	Utilization of Bamboo Grass Resource	
III.1.3.3	木質環境浄化資材の開発	51
	Utilization of Wood Material as a Scavenger for Pollutants	
III.2.	<b>微生物的手法による利用技術開発</b>	
	Development of Utilization Technology of Wood by Microbiological Method	
III.2.1.	<b>食用菌栽培技術の確立</b>	
	Establishment of Cultivating Technology for Edible Mushroom	
III.2.2.	<b>微生物機能の利用</b>	
	Utilization of Wood with Application of Function of Micro-Organisms	
III.2.1.1	シイタケ優良品種の開発	52
	Breeding of Shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> )	
III.2.1.2	食用菌の分子生物学的研究	53
	Research on Molecular Biology of Edible Fungi	
III.2.1.3	新規定着きのこの効率的栽培方法の検討（ブナシメジ・マイタケの栽培）	53
	Study of Efficiency Method on Fruit Body Production in Sawdust-Based Cultivation of Bunashimeji ( <i>Hypsizigus marmoreus</i> ) and Maitake ( <i>Grifora frondosa</i> )	

III.2.1.4	シイタケ菌床栽培技術の確立 .....	55
	Development of Sawdust-Based Cultivation Technique of Shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> )	
III.2.1.5	農業廃棄物資源のきのこ栽培への活用 .....	55
	Utilization of Agricultural Waste Resources for Cultivation of Mushrooms	
III.2.1.6	きのこ栽培における未利用副産物の有効利用 .....	56
	Utilization of Waste Materials for Cultivation of Mushrooms	
III.2.1.7	食用きのこの菌床栽培における微生物汚染防除の検討 .....	56
	Study of Protection Technique of Microbiological Contamination on Sawdust-Based Cultivation of Edible Mushrooms	
III.2.1.8	シイタケ菌床栽培における栄養源の評価（共同研究） .....	57
	Effect of Added Nutrients on Sawdust-Based Cultivation of Shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> )	

## 林産試験場の平成11年度試験研究業務の概要 58

### 1999 Annual Research Programs 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 .....	59
	Technological Development for Diverse Utilization of Wood Products	
II.	木材産業の体質強化を促進するための技術開発 .....	61
	Technical Assistance for Fortifying of Local Forest Product Industries	
III.	未利用森林資源の活用技術開発 .....	61
	Technological Development for Utilizing Un-or Less- Used Forest Resources	



林産試験場の  
平成10年度試験研究成果の概要

1998 Annual Research Results  
of the Hokkaido Forest Products Research Institute

# 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

### 1. 1. 1. 木質内外装材の製品開発

Development of Wooden Interior and Exterior Parts

(丸山主任研究員, デザイン科, 加工科, 合板科, 機械科, 接着塗装科, 化学加工科)

#### 1.1.1.1 間伐材を活用した学校用机・椅子の製品開発

Development of School Desks and Chairs with Plan -  
tation Grown Softwood

本研究は、学校用家具をターゲットとした間伐材利用の新製品開発を行い、新たな実需を開拓し、児童・生徒に木に親しむ機会を創出することを目的に、北海道水産林務部林務林産課と共同で「間伐材利用製品開発促進事業」として実施したものである。

平成10年度は9年度に製作した3種類の組立式机・椅子について、小学校2校で1年間の実証試験を行った。また、これまでの研究成果を報告書に取りまとめるとともに、実証試験用試作品のパフレットを作成し、これらを道内の教育委員会や関連機関に配布した。

実証試験は旭川市立西神楽小学校（1種類：6学年1クラス，32セット）と札幌市立北九条小学校（2種類：5学年2クラス，各クラスに23セットずつ）で実施した。両校とも，6月と12月の二回，児童や教職員を対象とした書面調査と，机や椅子の損傷状態などを調べる現地調査を行った。この結果，書面調査では，いずれの机・椅子とも，第一印象や使いやすさなどに対する評価は高かった反面，「重たい」や「傷が付きやすい」といった感想が多かった。現地調査では，3種類とも，特別な補修を必要とするような損傷は見られなかった。

(平成7～10年度)

#### 1.1.1.2 建築解体材を利用した木質系舗装資材の開発（共同研究）

Development of Wooden Flagging Made from Par -  
ticles of Waste Wood

木チップを使った舗装は近年増加しており、特に景観を重視する散策路などの使用事例が多く、製造時や廃棄処分時に環境への負荷が少ないことなどから、今後社会的な需要が見込まれる。そこで、建築解体材のリサイクル方法の一つとして、建築解体材をチップ化し、歩道用の舗装資材に利用する研究に取り組んだ。

舗装資材は屋外での使用が多いため、使用する木チップは、切削型粉砕機で製造した良質なものを必要とせず、衝撃型粉砕機による木チップで十分である。また、製品に木材以外の異物が混入しても、性能や品質に問題が生じにくい。そのため、異物の混入が避けられない建築解体材の利用には、好都合な製品と考えられる。

一般的に歩道舗装には、足に負担をかけない硬さ（柔らかさ）、けがをしにくい硬さ（柔らかさ）が求められるが、この点についても、木チップを成形する方法は適度な弾力性があるために大変適している。

製品の開発に当たっては、現場施工型の製品ではなく、工場生産型（インターロッキング型）の製品を目標とした。現場施工型とは、木チップとバインダーを施工現場で混ぜ合わせ、路盤に敷ならして転圧するタイプをいい、工場生産型とは、舗装資材を

工場内で事前にブロック状に製造しておき、その資材を現場の路盤に敷き詰めていくタイプをいう。

また、製造コストを下げるため、製品は表層と基層の2層構成を取り、コスト高の主たる要因である接着剤を表層だけに使うことにした。接着剤は湿気硬化型ウレタン系である。

平成10年度は、表層部分について、木チップの粒度、木チップ含水率、設定比重、接着剤添加率、熱圧時間と温度等、適正な製造条件を検討した。

(平成10～11年度)

(成形科，荏原商事(株))

#### I.1.1.3 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 Surface in Winter

冬季の積雪および路面の凍結により、屋外歩行の難度は増し、同時にスリップ・転倒による傷害発生の危険性も大きくなる。特に高齢者や障害者においては、積雪寒冷の気候条件に加え、これら冬季特有のバリアにより、その期間の生活圏は極端に限定されがちとなる。そこで、木質系材料の凍りにくさや滑りにくさなどの特長を生かした歩道舗装資材と、各種センサーや省エネ・ロードヒーティング技術とを融合させた北国型フロアシステムを開発し、冬季歩行の安全性向上、ならびに身体的弱者の冬季生活圏拡大を図る。

平成10年度は、木ソリッドおよび硬質木片セメント板を素材とした歩道舗装資材の試作、および省エネ・ロードヒーティングシステムの概念設計、ならびに視覚障害者用の冬季道標システムの設計・試作に取り組んだ。

(平成10～12年度)

(加工科，成形科，サンポット(株))

#### I.1.2. 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.1.2.1 道産中小径材を用いた枠組壁工法用横架材製造システムの開発

Development of Producing System of Joist for Wood Frame Construction with Small or Medium Diameter Logs Grown in Hokkaido

現在、枠組壁工法に使用されている製材は、そのほとんどが輸入材である。比較的断面の小さな204材、206材については道産トドマツ中小径材からの生産が行われているが、今のところ生産は長さ2.4mのたて枠用に限られている。北海道の枠組壁工法住宅における部材別の使用割合は、204材と206材で全体の5割程度、残りは208、210、212材などで、なかでも210材が3～4割程度と大きなウエイトを占めている。そこで枠組壁工法住宅の構造部材を道産材によってトータルに供給しようと考え、210材のような梁せいの大きな部材の生産が必要となる。210材は梁せいが235mmであり、これを道産原木から生産した場合、価格を輸入材並みに抑えることは困難である。また、近年北米地域においても優良な大径原木が減少しつつあり、210材の品質を維持した継続的な輸入が困難になるおそれがある。

こうした状況を踏まえ、210材への代替を目標として、小断面部材を組み合わせたI形梁の開発を行った。枠組壁工法用I形梁は北米ですでに製品化されており、日本にも輸入されている。これらは特定のメーカーが比較的大規模なI形梁専用の製造装置で生産しているもので、フランジにLVLを使用しているのが特徴である。今回試作したI形梁は、製品コストを抑えるために、フランジに道産トドマツを用い、製造工程においては既製の加工装置で簡易に生産できることを目標とした。

製造したI形梁の寸法は、長さ3650mm、梁せいが210材と同じ235mm、幅は既存の受け金物に対応させて44mmと58mmの2種類とした。フランジには道産トドマツを使用し、欠点を除去した後フィンガージョイントでたて継ぎした。ウェブはOSBと道産針葉樹合板

の2種類で、厚さは12mmである。

フランジとウェブの接合部は、フランジにテーパのついた溝を切り、そこへ端部をテーパ切削したウェブをプレスで圧入し接着を行った。その際、プレスで圧縮するのはフランジにウェブを挿入する数分間だけで、その後すぐに解圧できるため、生産性の点で集成材より優れているといえる。また、圧縮治具や高周波プレス等の設備を必要としないというメリットを有している。フランジの溝切削およびウェブのテーパ切削は、モルダーにフィンガージョイント用のカッターを取り付けて行った。フランジとウェブの圧縮には平板プレスを用いた。接着剤はレゾルシノール樹脂を使用し、塗布方法は一体ずつ手塗りで行った。工場でのライン生産を考えた場合、この工程については専用の塗布装置を開発する必要があると思われる。

平成9年度に、I形梁10体を試作し、曲げ強度試験を行ったところ、ウェブ差込部の接着層から破壊しているものが多かったため、10年度は適正かん合度および適正圧縮圧を検討するための試験を行った。この試験により決定した製造条件でI形梁を製造し、曲げ試験に供して強度性能を評価した。製造した試験体の種類は、フランジ幅2種類(58, 44mm)、ウェブの面材2種類(OSB, 針葉樹合板)の組み合わせで4タイプとした。試験体数は各タイプ12体、計48体とした。試験はスパン3450mmの3等分点4点荷重で行った。試験の結果、ウェブ差込部の接着層から破壊しているものは48体中1体のみで、その場合もほぼ100%木破しており接着不良は認められなかった。幅44mmタイプ、幅58mmタイプともウェブにOSBを用いたもののほうが針葉樹合板を用いたものよりも強度、剛性とも高くなった。しかし、すべての試験体において曲げ強さ $270\text{kgf/cm}^2$ 以上、ヤング係数 $90 \times 10^3\text{kgf/cm}^2$ 以上の210材に相当する性能を有しており、枠組壁工法住宅の横架材として一般的に用いられている210材に代替しうることが確認された。

今後、実用化を目指したときに、製品コストが最大のポイントとなることから、まったく新たにI形梁の製造工場を作ると仮定してコスト試算を行った。建物と機械設備合わせて約9,000万円投資し、年間生産量を210材に換算して $1,200\text{m}^3$ (北海道の年間需要量

の約3%)と想定すると、その価格は210材のおよそ3割増となった。210材に比べ寸法安定性が優れているなどの点で、多少の割高は吸収できると考えられる。また、集成材工場の既存の設備を転用するなどして設備投資を抑えれば、さらにコストは下げられ、実用化の可能性も増すと考えられる。

今回試作したI形梁は、モルダーや平板プレス等の既製の加工装置での製造が可能であり、また、強度的にも210材に代替可能であることが確認された。今後、実用化に際して、いかに製品コストを抑えるかがポイントになるといえる。また、形状が特殊な梁であるため、建設省の認定が必要なこと、施工に際してI形梁専用の仕様が必要になることなどの課題がある。

9年度に本研究の一環としてFJ幅はぎ材の試作を行っているが、これは11年度より「フィンガージョイントを用いた幅はぎによる枠組壁工法用横架材の開発」として製造条件・製造工程の検討、強度性能評価を行う。

(平成9～10年度)

(工藤主任研究員, 材料性能科,  
加工科, 経営科)

### 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 Technology and Materials for Large-Scale Structures

#### I.1.3.1 道産人工林材の木造橋等屋外施設への利用技術の開発

Development of Utilization Technology for Wood Bridges and Outdoor Facilities Using Timbers from Plantation Grown Tree in Hokkaido

本研究は、道産人工林材の用途拡大の一つとして、耐久性、強度性能ならびにメンテナンスの容易さに優れた木造橋などの架設推進を目的としている。

平成9年度は、集成材のラミナ用針式インサイジング装置の設計・製作、針式インサイジング処理ラミナへの防腐薬液の注入量、防腐処理材の接着性能、耐久性や部材交換の作業性などに配慮した歩道橋の予備設計などについて検討した。

10年度は引き続き、耐久性や強度性能に優れた構造用集成材の製造条件と、これらの研究成果を取り入れた木造橋の予備設計などについて検討した。結果の概要は次のとおりである。

- (1) 油圧機構を採用した新たなラミナ用針式インサイジング装置の設計・製作を行った。本装置の開発によって、道産カラマツラミナに対しても直径2.8mmの針による高密度(8,300穴/m<sup>2</sup>)なインサイジングが可能となった。
- (2) 針径2.8mm、密度8,300穴/m<sup>2</sup>、設定深さ10mmの条件でインサイジングしたカラマツラミナにAAC(アルキルアンモニウム化合物)系防腐剤を加圧注入した時の注入量と浸潤度は、従来のほこ型刃の場合に比べて、それぞれ約2倍と約3倍の値を示した。
- (3) 上記のカラマツラミナを用いた集成材の接着性能を調べたところ、せん断強度はインサイジングおよび防腐剤の加圧注入処理によって若干低下したが、事前に被着材面を切削すれば集成材のJASに定められたブロックせん断試験とはく離試験の適合基準値をそれぞれ満足することが分かった。
- (4) 集成材の曲げ試験の結果、ヤング係数は全供試体とも集成材のJASの適合基準値(インサイジングによるラミナの強度性能の低下はないと仮定した時の値)を満足し、曲げ強度は最外層ラミナのたて継ぎ位置を支間長の中央に配置した供試体1体を除いて、JASの適合基準値を上回った。
- (5) 歩道橋(長さ30m・幅員2mのトラス橋とけた橋、長さ23.5m・幅員2.5mのけた橋、長さ30m・幅員1.5mのけた橋)の予備設計を行った。

(平成9～10年度)

(丸山主任研究員, デザイン科, 機械科, 構造性能科, 耐久性性能科, 接着塗装科)

### I.1.3.2 合理化在来構法の開発

#### Development of Rationalization for Wood Frame House

昭和62年および平成5年の建築基準法改正により木造3階建住宅の法的な規制が緩和され、部材供給、新築住宅の需要拡大の観点から市場の活性が促進されることが期待された。しかし現状では、外材の流入やコストダウンの風潮から、木材業界や建築業界は

いまだ苦しい状況に置かれている。

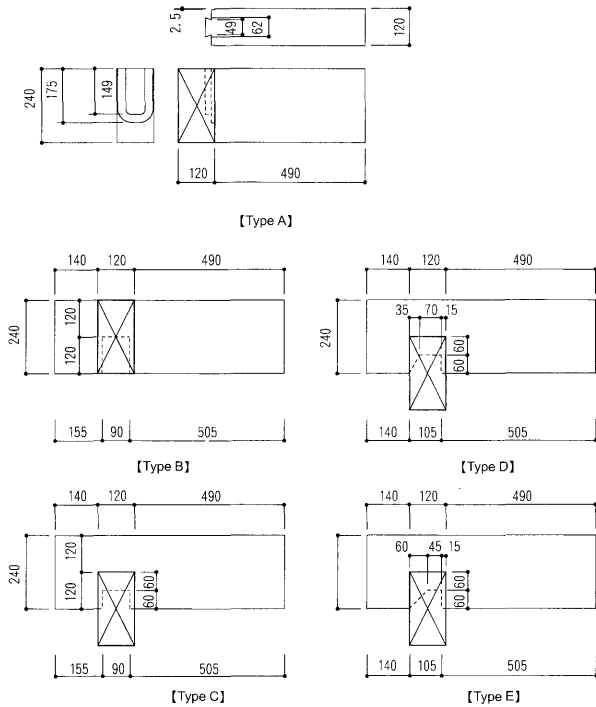
大手企業では様々な新技術を開発し合理化を進めているが、多大な先行投資が必要であり地方の中小企業がこれを行うには厳しい状況にある。林産試験場では、製材業と工務店が協力・連携し、総合的なコストダウンを図ることを目的とした安価な新技術開発の必要性があると考えた。本研究では、金物を中心とした合理化工法ではなく、新規の金物の製作をできるだけ減らし、既存の仕口を利用した改良型軸組構法の提案を行うことにした。

軸組架構を構成する部材には柱120×120mm、横架材120×240mmの寸法のものを使用する。部材の接合は柱と横架材間はほぞ接合、横架材同士は渡りあご掛けといった一般的に使用されている仕口を用いる。この架構では、梁が胴差の外側へ突き出ることになるが、この部分を外断熱パネルのガイドおよび取り付け部材として利用する。外壁パネルが柱より外側になるため、室内側は柱が露出した状態となり昔ながらの真壁造りが再現され、併せて木質系内装材を使用することにより、木の調湿作用による温湿度環境の改善を期待することができる。また断熱材の厚みも柱の太さに左右されることがなく、自由に決めることが出来るようになる。

渡りあご掛けは現存する仕口であり、強度的に問題は無いと考えられる。ただし、この突出部分は引張力を受けた時にせん断破壊を起こす可能性があり、安全性確認のため胴差・大梁部分の仕口の引張強度試験を行った。試験体は5種類、形状は第1図に示す。

各試験体を終局耐力の強度で比較すると、E>B>D>A>Cの順番になる。試験体B、Eは終局耐力は高いが加工性、変形性状から使用には不適切と考えられた。試験体C、Dについては加工性、変形性状共に良好だが、引張力に対してせん断力で抵抗しているため多少の不安が残る。今後は、試験体Cに重点をおいて研究を進めていく予定であるが、CはAよりも終局耐力が下回っているため、強度向上のために改良を施す必要があると思われた。

10年度は実大模型の製作も行い、その過程において加工性、施工性にかかわる問題が明らかになった。外断熱パネルのたて枠と上枠、下枠は共に相欠きで納めるようになっているが、枠の出が少ないため釘



第1図 試験体の形状  
Fig.1. Test members.

打ち時に欠落してしまうこと、またパネルと柱の間にすき間を生じてしまうため廻縁を取り付ける必要があることが分かった。

(平成9～11年度)  
(構造性能科)

#### 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 Technology and Materials for Public Works and Agricultural Facilities

##### I.1.4.1 生分解性育苗ポットを活用した機械による植栽技術の確立（共同研究）

Development of Machinery Planting Technique for Using Biodegradable Pots for Cultivation of Seedlings

林業において、機械化による作業の省力化が進められているが、植栽作業に関しては著しく遅れている。この原因の一つとして、機械植栽が可能な育苗ポットとそれを用いた育苗技術が開発されていない現状がある。植栽後に土中分解する生分解性のポットはいくつか提案・製品化されているが、これらのポットを用いた機械植栽は実用化されておらず、ポットの耐久性についての検討も十分ではない。

機械植栽に適したポット形状およびカラマツ苗の成長に必要な育苗ポットの条件は、9年度までの研究成果から次のとおりであることがわかっている。

耐久性：苗をプラグから移植して林地に植栽するまでの育苗期間中は湿潤状態で形状・強度を保持し、植栽後は成長を妨げないように速やかに分解または崩壊すること。

形状：つば付きの砲弾型

容量：約500mℓ

これらの条件を満たす木質系育苗ポットの開発を目的とし、8～10年度にかけて木質系ボードの土中耐久性および木質系ボードを用いた育苗ポットの成型加工方法を検討した。

結果の概要は以下のとおりである。

(1) 4タイプ10種類の市販木質ボードの土中埋設試験結果から、ポット材料として可能性が考えられるのは、シージングインシュレーションボードや耐水処理されていないタイプのMDFである。

市販木質ボードを用いたコーナーロッキング継手加工ポットは、5か月間の暴露後も底部や継手部分の形状が保持されていれば残存強度は十分に大きかった。ただし、加工上の問題から、本研究における機械植栽に適用するための条件を満たすことができなかった。

(2) 木質ファイバーと生分解性樹脂ファイバーを混合したボードの土中埋設試験の結果、野外試験では質量減少率には試験地の環境が大きく影響した。室内試験では、質量減少率および含水率は、ボードの密度または生分解性樹脂の混合比率が高いほど小さくなり、厚さ膨潤率は、密度が高いほど大きく、生分解性樹脂の混合比率が高いほど小さくなった。このことから、ファイバー混合ボードは製造条件により各物性のコントロールが可能であると考えられる。

(3) 木質ファイバーと生分解性樹脂ファイバーを3:1の比率で混合して得られたボードを用いて、金型によりつば付き砲弾型の育苗ポットを成型することができた(第2図)。ポットをカラマツ育苗に供して4か月後の劣化状況調査では、部分的に亀裂や軟化などの劣化が認められたが、すべてのポットは当初の形状を維持していた。

(4) 湿潤状態にしたポットは機械植栽への適用が可



第2図 生分解性育苗ポット  
Fig.2. Biodegradable pot.

能であった。実際の育苗過程を経たポットを用いて、11年に植栽試験を実施する予定である。

(平成8～10年度)

(耐久性能科, 成形科,  
道立林業試験場, 道立工業試験場)

### 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 道産人工林材によるエクステリアウッドのデザイン開発

Design of Wooden Exterior Products Using Timber from Plantation Grown Tree in Hokkaido

平成9年度までのエクステリア市場調査結果より、開発する製品分野を、“住宅用エクステリア”と“河川用資材”に絞り込んで検討することとした。

まず、“住宅用エクステリア”についてはイメージマップを作成して、今後有望な分野をさらに特定した。

#### (1) 方法

10年に大型書店に並ぶ雑誌(一般男性・女性誌(読者層として20～50代))をランダムに購入し、その中のガーデニング・屋外エクステリア関連記事に掲載された写真を切り出した。その後、内容的に重複するものをKJ法的にグループ化をするとともに、収集した資料をもっとも効率的に分類できる言語スケール軸の言葉として、COUNTRY↔URBAN, EXPENSIVE↔CHEAPを導きだした。

#### (2) 結果

最近刊行されたエクステリア関連の各種雑誌、書籍、製品カタログなどから頻出度の高い言葉を抽出することにより、ガーデニング・エコロジー・アウトドア・ハンドメイドなど、商品コンセプトのキーワードが得られた。

次に、現在流通している各種エクステリア製品に関して製品のデザインの指向性をイメージ・マッピングの手法を用いて分析した。

その結果、現在流通している製品は高価で都会的なものと、低価格でカントリー風なものに指向性が分かれた。

低価格で都会的な指向性を持つ製品は少なく、このような指向性を持った製品分野が今後有望になる可能性が高いとの結論に達した。

次に、河川用資材については、耐久性能科の研究テーマ「河川等で使用される木材の耐久性評価」で行った道内河川における柵工や木工沈床などの劣化調査に同行し、河川用資材の製品開発に必要な性能項目などについて検討した。その結果、安全性の高い防腐・防虫処理、木口面の排水処理、メンテナンスの容易性などが重要であることが分かった。

(平成9～10年度)

(デザイン科, 経営科)

## I.2. 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.2.1. 寸法安定性向上技術の開発

Development of Technology for Improving Dimensional Stability

平成10年度取り組み研究テーマなし。

#### I.2.2. 耐朽性向上技術の開発

Development of Technology for Improving Durability

##### I.2.2.1 低毒性防腐処理木材の耐海虫性の評価

(民間受託)

Evaluation of the Resistance of Wood Treated with Low Toxic Preservatives to Marine Borers

(平成9～10年度)

(耐久性能科, (株) ザイエンス)

##### I.2.2.2 ランバーコア合板に対する防腐処理技術の開発 (共同研究)

Development of the Wood Preservative Treatment for Lumber-Cored Plywood

(平成10年度)

(耐久性能科, 住友林業(株))

##### I.2.2.3 河川等で使用される木材の耐久性評価

Evaluation of the Durability of Wood Used at the Waterside

(平成10～11年度)

(耐久性能科)

近年、河川の改修において環境に配慮した施工法が重視されるようになり、その一つとして木材を用いた護岸が行われるようになってきているが、その場合、短期間で腐朽する例が見られる。

そこで、河川、湖沼等の水中・水際で使用されている木材の耐朽性を調査するとともに、耐朽性を向上させるための手法を検討する。

平成10年度の結果は以下のとおりである。

##### ① 既設木質系河川資材の劣化調査

北海道内の24河川、62か所で使用されている木材

の劣化調査を行った。その概要は以下のとおりであった。

・木製構造物の分類タイプとその劣化状況

##### 1. 木杭 (水, 土, 空気と接触)

防腐処理の有無にかかわらず, 設置後3年で腐朽が発生し始めた。

##### 2. 階段 (土, 空気に接触, 一部水に接触)

防腐処理を施されたものは, 設置後4年を経過してもほとんど腐朽していなかった。

##### 3. 片法枠 (水, 空気に接触, 一部土に接触)

水中の部分はいずれも健全であったが, 水上に出ている横架材に腐朽が見られた。

##### 4. 木工沈床 (水中に埋没)

5年を経過した無処理材でも健全であった。

・木杭の腐朽は, ほとんどが木口から始まっていた。

・日照, 植生など, 環境条件の違いが, 劣化に対して大きく影響を及ぼしていた。

・構造的に大きな欠陥となるような腐朽はほとんど見られなかった。

##### ② 溶脱試験

CuAzで処理したカラマツ小片を連続10日間, 流水中においた結果, ホウ酸の残存率は10～20%, 銅の残存率は70～85%であった。

#### I.2.3. 耐火性向上技術の開発

Development of Technology for Fire Improving Resistance

##### I.2.3.1 新しい防火規格に対応した難燃化技術の開発

Development of Fire-retardant System Corresponding to the New Fire Standard

平成10年6月に建築基準法が改正されたことに伴い, 防火内装材料の試験方法は現行の表面燃焼試験



を中心としたものから、コーンカロリー計試験などISO規格に基づくものに移行する。表面燃焼試験とコーンカロリー計試験とでは評価する燃焼特性値が異なるため、たとえば現在木質材料に対して施されている難燃処理が、新しい評価法の中では十分な性能を示さないことも起こりうる。そこで、新しい評価体系においても効果を示す難燃処理方法についての知見を得ることを目的に、認定されている防火内装材料に対して、表面燃焼試験とコーンカロリー計試験との比較試験を行った。

これまでの比較試験によって得られた結果は次のとおりである。

- ・ 加熱強度30kW/m<sup>2</sup>では、不燃、準不燃材料の多くは着火しなかった。
- ・ 表面燃焼試験で得られるt d θ（温度時間面積）と、コーンカロリー計試験における着火後3分間の合計発熱量との間には弱い相関があった。
- ・ 加熱強度50kW/m<sup>2</sup>における不燃、準不燃、難燃材料の着火後3分間の合計発熱量は、それぞれ0～5, 0～10, 5～15MW程度で、同じ防火等級であっても合計発熱量には大きな差があらわれた。
- ・ 難燃剤で処理された木材の合計発熱量は、同じ防火等級の無機系材料のそれよりも大きい傾向にあった。

(平成10年度)

(耐久性能科)

#### I.2.4. 強度向上技術の開発

Development of Technology for Improving Mechanical Properties

##### I.2.4.1 新しいWPCの製造法

New Production Method of WPC

WPC(木材-プラスチック複合体)は木材の高付加価値化の手段として重要な手法である。WPCにより硬度や耐磨耗性、耐汚染性など優れた性能を木材に付与できるが、その製造コストが高いため広く普及するには至っていない。そこで本研究ではコストが高くなる原因について検討し、WPCの製造コストを下げるための新たな製造法の開発を行った。

平成7, 8年度は、コストアップ要因の把握とその

改善方法に関する基礎的な検討を行った。従来、WPCの樹脂原料にはスチレンやMMAなどのモノマーが用いられてきた。これらは、比較的原料コストが低い、粘度が小さく含浸性が良好、などの利点を持つが、揮発性が高いため重合時にラッピング(材料をフィルムなどで密封する作業)を行う必要があった。このラッピングと重合後の除去が人手を要する最も手間のかかる工程であり、生産性を悪くしている。またこれらの樹脂原料は引火性であるため、製造設備もそれに対応したものが必要となる。そこでまず、ラッピングが不要で引火性のない新たな樹脂原料について検討を行った。その結果、高沸点のアクリル系樹脂原料を用いることによりラッピングをすることなくWPCを製造することができた。これらの樹脂原料は、引火点になる前に重合する性質があるため、引火の心配も少ない。さらに、樹脂原料の選択・重合条件の検討により、触媒(重合開始剤)を添加しなくても150～190℃に加熱するだけで重合・硬化することが分かった。使用樹脂原料のポットライフを延長し、爆発的重合による災害を防止する点からも、無触媒によるWPCの製造は有用であると考えられる。

次いで、樹脂原料の使用量を低減する方法について検討を行った。一般に床材や家具等に要求される表面硬度や耐磨耗性は表層のみを改質するだけで十分と考えられるため、単板をWPC化し台板に貼り付ける方法をとった。その結果、少ない樹脂量で必要な部位のみを確実にWPC化することができた。さらに作業性・生産性の改善を図る観点から、前述の無触媒重合と単板接着をホットプレス内で1段階で行う方法について検討した。その結果、水性ビニルウレタン系樹脂接着剤を使用することにより、単板のWPC化と台板への接着を同時に行うことが可能であることが分かった。

9年度は、8年度までに得られた基礎的知見に基づき、実大規模での製造試験を行い、製造工程上の問題点の把握と、製品に要求される性能が得られているか実証試験を行った。その結果を以下に示す。

##### (1) WPC単板の硬化と台板への1段階接着

実大規模での製造の場合でも、1段階による接着方法に作業上の問題はなく、パンクなどの接着不良も

生じなかった。しかし、高樹脂含浸率の単板の接着の場合、硬化時の収縮に起因すると思われるヒビ割れが生じた。これらの割れは含浸する樹脂量を調節することで防ぐことができた。また、このヒビ割れについてもノンスリップ加工等への利用が考えられた。接着性能試験としてフローリングの浸せきはく離試験を行ったところ、すべて合格した。

(2) 実大規模での樹脂の無触媒硬化

ポリエステルを主鎖とする高沸点アクリル系樹脂を用いて製造試験を行ったところ、無処理材に比べて約3~5倍の硬さ、約3倍の耐磨耗性を得ることができた。

(3) WPC合板の寸法安定性

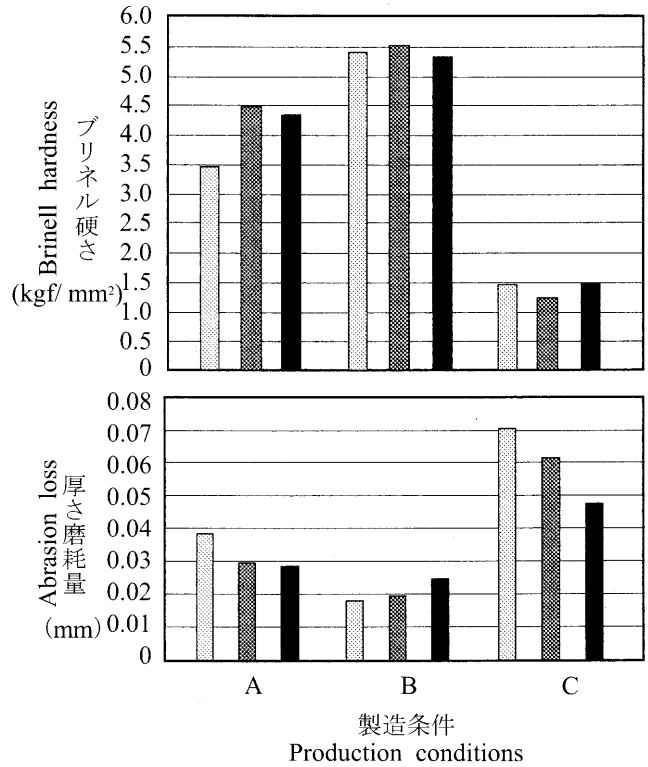
試片を吸湿条件下と放湿条件下に一定期間置き、含水率の変化に伴う寸法変化(幅反り・端反り)を測定した。WPC単板と台板の厚さの差が小さい場合、反りが認められた。これらの反りは裏面にWPC製造に使用したものと同一厚さの無処理単板を接着することにより抑制することができた。

10年度は、本方法によって得られたWPCの更なる性能の向上と、製品にした場合の安全性、および廃棄後のリサイクルの可能性について検討を行った。その結果を以下に示す。

(1) 圧密化の併用による性能の向上

9年度までの試験結果から、硬さや耐磨耗性などは樹脂含浸量が高くなるほど向上するが、同時に寸法安定性の低下や硬化時に割れなどの欠点も生じることが明らかとなった。そこで樹脂原料を適当な溶媒で希釈することで含浸する樹脂原料の量を減らし、圧密化を併用することで性能の向上を試みた。樹脂含浸率および圧密比の異なるWPCを製造し、磨耗、硬度、厚さ戻りの各試験を行った。その結果、50%濃度樹脂液処理材では、圧縮圧力を上げるに従い圧密化度は高くなり、ブリネル硬さおよび耐磨耗性ともに向上した(第3図)。浸水・煮沸・乾燥繰り返しによる厚さ戻りは、50%濃度圧密化材で1サイクル目で回復率約20~30%で3サイクル目でもほとんど変化しなかった。

一般に高樹脂含浸率のWPCはプラスチック感が強くなるが、含浸する樹脂の量を減らすことによってより自然な木質感のあるWPCとなった。



第3図 各種の条件で製造された圧密化WPCの厚さ磨耗量とブリネル硬さ

凡例：アクリル樹脂濃度：A：50%、B：100%、C：0%、  
圧縮圧力：□：10kgf/cm²、■：30kgf/cm²、  
■：40kgf/cm²

Fig.3. Abrasion loss and brinell hardness of compressed WPC produced under various conditions.

Legend: Acrylate resin monomer concentrations:

A : 50%, B : 100%, C : 0%

specific pressure: □ : 10kgf/cm²; ■ : 30kgf/cm²;

■ : 40kgf/cm²

(2) 安全性向上に関する検討

本製造方法により得られたWPCの製品化を考える場合、その安全性は重要な検討課題である。安全性評価の場合問題となるのは残存する未反応樹脂であることから、溶媒による抽出試験を行い、未反応樹脂分の抽出量を測定した。硬化温度を高くするに従い、また硬化時間を長くするに従い未反応樹脂分は減少した。なかでも多官能性のポリエステルアクリレートが短時間・低温度で高い重合率となった。しかし、触媒添加系で硬化させたものの抽出率がほぼ0%であったのに対して、無触媒硬化系では約0.5%の抽出分が認められた。今後これらの抽出量をさらに少なくする方法について検討する必要がある。

(3) 廃棄処分方法に関する検討

一般にプラスチック類はその燃焼熱が大きいため、

焼却処分した場合に焼却炉を傷める恐れがあることが指摘されている。そこでWPCを焼却処分する場合の燃焼熱について検討を行った。今回用いたポリエステルアクリレートの場合約5,700cal/gであり、木材の約4,500cal/gの1.2倍程度であり、本製造法のように部分的にWPCを使用した場合には、ほとんどその影響はないと判断された。

#### (4) リサイクルに関する検討

WPCのリサイクル・リユースの検討として、アクリル樹脂によりWPC処理した単板（樹脂含浸率150%）を400および600°Cのマッフル炉内で炭化物とし、その表面積や細孔分布の測定を行った。得られた炭化物は表面積416cm<sup>2</sup>/gであり、木炭としての標準的な値を示した。

（平成7～10年度）

（化学加工科）

### I.2.5. 遮音・吸音性向上技術の開発

Development of Technology for Improving Sound Insulation and Absorption

平成10年度取り組み研究テーマなし。

### I.2.6. 新性能付与技術の開発

Development of Wood Materials with High and New Performance

#### I.2.6.1 北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究

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

積雪・寒冷な厳しい気候条件の本道において、これからの高齢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としている。各機関の主たる分担は、工業試験場は福祉器機類の開発、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のための木質資材の開発であり、相互に連携しながら進めている。

平成10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) 居住快適性に及ぼす内装材の影響の検討

内装材官能評価試験棟を建設し、9年度まで得られた官能評価試験結果を参考にして、6種類の内装材を施工し、冬期間におけるデータを集積した。

#### (2) 安全性と快適性を有する床仕様の検討

① 床の滑り抵抗係数からみた歩行安全性の検討を行い、履物と床材との組合せで大きく変化することがわかった。

② 床の微小段差・目開きの認識と歩行障害との関係をモデル実験で明らかにした。

#### (3) 福祉住宅用開口部材の開発

9年度試作の木製サッシの問題点の改善を行い、性能試験の結果、気密・水密性能、開閉力とも満足する性能が得られた。

#### (4) 半戸外空間構造物の開発

ウインターガーデンよりもさらに屋外に近い半戸外空間構造物としてパーゴラの設計を行った。10年度は屋根格子のバリエーションを検討し、視覚的影響や格子を通した景観等について評価した。

#### (5) 積雪・寒冷を考慮した舗装資材の開発

① 開発した硬質木片セメント板二層一体成形により視力障害者用誘導ブロック敷設経過後の観察を行い、表面劣化・白華防止策を実験的に検討した。

② 人間の歩行荷重により表面結氷を破砕することを目的とした解氷ブロック（ゴムチップマット＋硬質木片セメント板）について敷設・歩行試験を行い、解氷効果と歩行安定性を確認した。

#### (6) 福祉用家具の開発

① 肢体不自由児向け木製滑り台を設計・試作し、実証試験に供し、改善点等について検討した。

② 9年度基本設計したベッドサイド家具の第1次試作を行い、改良点を検討した。

（平成8～12年度）

（丸山主任研究員，加工科，成形科，性能開発科，材料性能科，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.3. 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

#### 3.1.1 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

##### 3.1.1.1 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、木材や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、木材の温もりと金属の強度を兼ね備えた複合材の開発を試みた。

平成8年度は木材・金属複合パイプに適した単板の選択、人間工学的見地から最適な寸法および断面形状について検討した。

9年度は木材・金属複合パイプ製造に適した接着剤の選択に関する検討を行った。また、官能検査により、必要とされる単板巻き厚さを検討した。その結果3～4重に巻けばほぼ木材の手触りになることが明らかになった。

10年度は屋外で木材・金属複合パイプを使用する際に問題となる耐候性について検討した。その結果、木材・金属複合パイプはムクの木材に比べ、屋外に設定した場合に亀裂やはく離が起りやすいことが明らかになった。これは芯材として用いた鉄パイプやアルミパイプと熱膨張率が大きく異なる上に、木材自身が湿度により寸法変化を起こすことが原因と考えられた。

この欠点を改善するためにポリエチレングリコールジメチルエーテル（PEGDME）処理やマレイン酸・

グリセリン（MG）処理などの高耐候化処理をした単板を使用して木材・金属複合パイプを製造し、それぞれ塗装したものと無塗装のものについて促進劣化試験を行った。それらの高耐候化処理および塗装により耐候性はかなり改善されるものの、十分とはいえない結果となった。今後も木材・金属複合パイプの耐候性改善について検討を続ける必要がある。

（平成8～12年度）  
（化学加工科）

##### 3.1.1.2 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・混入材・セメント成形板の海藻礁としての可能性を検討するため、平成7年度に小樽市忍路湾の海中に設置した試験体への海藻附着観察、8年度に設置した食害調査用試験体の劣化調査、9年度に設置した強度耐久性調査用試験体の劣化調査を行った。

10年度の結果は以下のとおりである。

###### (1) 海藻類の附着量および繁殖状況

木質・セメント成形板の海藻附着量は、混入材の種類にかかわらず9年度よりも全体的に低下した。また、比較対照のコンクリート板との間に有意差は見られなかった。

附着している海藻は、コンブなどの大型藻類からツノマタやソゾ、シオグサなどの小型多年草タイプに移行しつつあり、遷移の極相に達しつつあるものと思われる。また、カイメン類などの無せきつい動物の附着が顕著に観察された。

###### (2) フナクイムシ等による木チップの摂食

2年間海中に設置した木質・セメント成形板の重量減少率は9～13%、はく離強さ低下率は50～67%であった。セメント/木比が高いほど、つまり試験片中に占めるセメント量が多いほど重量減少率は小さくなり、はく離強さは大きくなった。一方、成形体の

木片部分にはフナクイムシの食害孔が見られたが、内部への侵入はほぼ表層2～4cmまでに限られていた。

### (3) 波浪などによる劣化

無圧縮で作製した木質・セメント成形板であっても、設置8か月間では試験体形状に顕著な変化はなく、外洋波の影響を受ける海域でも簡単には崩壊しないことがわかった。

これらのことから、木質・セメント成形板は海藻礁としてコンクリート板と同程度の性能を持ちつつ、表層の自然更新が可能であることが示された。

(平成9～12年度)

(耐久性能科, 成形科,

品種開発科, (財)札幌市環境事業公社,

(財)札幌市下水道資源公社)

#### I.3.1.3 木・樹脂複合サッシの実用化に関する研究 (共同研究)

Studies on Practical Use of Wood-PVC Combined Sashes

(平成10年度)

(性能開発科, (株)トクヤマ)

#### I.3.1.4 木質・セメント成型体藻礁の製造技術

Manufacture of Wood-Cement Composite Algal Farming

木質系廃棄物の資源化は、本道の環境保全および資源の自給化の面から重要な課題である。また、日本海を中心とした磯焼けは、コンブやそれを餌料とするウニ・アワビの生産量を減少させ、本道水産業に大きな影響を与えている。これらの課題の解決策

として、チップ化した木質系廃棄物とセメントを混合・成型した海藻礁(海藻の付着基質としての木質・セメント成型体)を開発することができれば本道の環境保全と産業育成に大きく貢献することができる。

こうした背景から、建築解体材を粉砕して得られた木チップをセメントで無圧縮成型した木質・セメント成型体を、海藻の付着基質である人工海藻礁として利用するため、その製造技術を検討した。

木チップの粒度2水準(篩い目<sup>ふるい</sup>7～40mm, 15～40mm), 水セメント比2水準(0.55, 0.60), セメント木比3水準(2.0, 3.0, 4.0)の直径10cmの円柱型試験片を作製し、引張試験を行った。その結果、破壊応力の最大は6.8kgf/cm<sup>2</sup>, 最小は0.1kgf/cm<sup>2</sup>であった。この結果と水産土木の鉄筋コンクリート構造物における許容付着応力度を参考に、海洋での強度を考慮した製造条件を次の3条件に絞った。

条件1 (破壊応力第1位の条件, 耐久性の高い海藻礁, 条件: 7-40mm, 0.60, 4.0)

条件2 (破壊応力第2位の条件, 第1位の2/3程度の耐久性を持ちフナクイムシの食害および波浪により徐々に崩壊する海藻礁, 条件: 15-40mm, 0.55, 4.0)

条件3 (破壊応力第6位の条件, 第1位の1/3程度の耐久性を持ちフナクイムシの食害および波浪により速やかに崩壊する海藻礁, 条件: 15-40mm, 0.55, 3.0)

今後は、この3条件の成型物を外洋に設置し、波浪および食害による耐久性を確認した上で、製造条件を一つに絞ることが必要である。

(平成10年度)

(成形科, 耐久性能科)

## I.4. 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.4.1. 樹種ごとの材質評価

##### Evaluation for Wood Qualities by Species

##### I.4.1.1 道南スギ精英樹クローンの材質

##### Wood Qualities of Plus-tree Clones of Sugi (*Cryptomeria Japonica*) in Southern Hokkaido

道南地方では、スギ精英樹クローンの種子を用いた育種種苗が造林されている。民有林でのその普及率はここ10数年間100%となっており、毎年約150haずつ造林されている。育種種苗は松前道有林管理センター管内の大沢採種園産の母樹（構成精英樹は63クローン）から供給されており、次代検定林も道内3か所に設けられている。また、育種種苗にはなっていないが、北海道立林業試験場道南支場（以下道南支場と呼ぶ）にもスギ精英樹クローンがある。

平成8～9年度には道南支場植栽の精英樹22クローンを用い材質検定を行った。林齢19年生で1クローン当たり4～5個体を用い、全105個体の試験を行った。試験項目は含水率、心材色、繊維傾斜度、密度測定（軟X線デンストメトリー法）、繊維長、曲げ試験の6項目であった。試験結果から22クローン中15クローンは材質面で特に問題はなく、今後育種種苗に導入できるものと思われた。

10年度は育種種苗の母樹である大沢採種園産の精英樹クローンの材質検定を行った。林齢34年生の10クローン（1クローン3本平均）を試験木とした。この採種園では胸高部付近で定期的にジベレリン処理が行われている。その影響が懸念されるため、地上高2m付近から採取した、材長45cmの短材（平均径20cm）を用いて、8～9年度とほぼ同様の材質試験を行った。

なお、供試したクローンの内、渡島21,22,37号および松前9号の4クローンは9年度と同一のクローンであった。結果の概要は以下のとおりである。

##### (1) 繊維傾斜度

全クローンとも平均繊維傾斜度で2.0～3.8%と小さ

く問題はなかった。同一の4クローンの繊維傾斜度はほぼ一致していた。

##### (2) 仮道管長

10年輪目での仮道管長は、総平均で2.5mmであった。仮道管長の大きいクローンは渡島18, 31号で2.9mmであり、渡島37号が最も小さく、2.2mmであった。同一の4クローンの生育環境による仮道管長の変異は明らかでなかった。

##### (3) 材色

明度が小さく独立した材色（褐赤色）を持つ渡島30号を除けば、いずれのクローンも淡赤色ないし赤色であり問題はなかった。明度をベースにグループ分けすると、同一の4クローンの明度での大小関係は道南支場産の結果と一致した。

##### (4) 曲げ試験

曲げ強さの全クローンの平均値は471kgf/cm<sup>2</sup>であり、その範囲は、渡島1号の413kgf/cm<sup>2</sup>から松前9号の538kgf/cm<sup>2</sup>であった。道南支場産での結果は平均で466kgf/cm<sup>2</sup>であり、加齢による曲げ強さの増加は小さかった。供試クローンで渡島1号と同31号の曲げ強さは小さく、413と421kgf/cm<sup>2</sup>であった。その要因は低密度（0.33と0.32g/cm<sup>3</sup>）によるものであった。

曲げヤング係数の全クローンの平均値は45×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>であり、その範囲は渡島32号の36×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>から渡島21号の55×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>であった。曲げヤング係数が小さく、40×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>未満のクローンは渡島1,30,32号の3クローンであった。渡島30,32号の2クローンでは晩材部S2層のマイクロフィブリル傾角が大きく（25年輪目で約20度）曲げヤング係数の上昇は期待できなかった。同一の4クローンの曲げ強さおよび曲げヤング係数の値は、供試した10クローンの中でも上位を占め、強度面での問題はなかった。

以上の結果から材質の不良なクローンは渡島30号（曲げヤング係数、材色）渡島1号（曲げ強さ、曲げヤング係数）渡島32号（曲げヤング係数）の3クローンであった。

本試験の結果から、採種園の構成クローンでも3割が不良クローンであったことから、この採種園の体質改善を行う必要性が示唆された。したがって、まず残りの約50クローンについても早急に材質検定を行い、材質の良し悪しを明らかにする必要がある。また、優良なスギを補うためには、8~9年度に調査した道南支場産のものや、次代検定林から2次選抜を行ったものを導入する必要がある。

(平成8~10年度)  
(材質科)

#### I.4.1.2 高容積重家系の早期選抜の検討

##### Investigation for Juvenile Selection of High Density Families

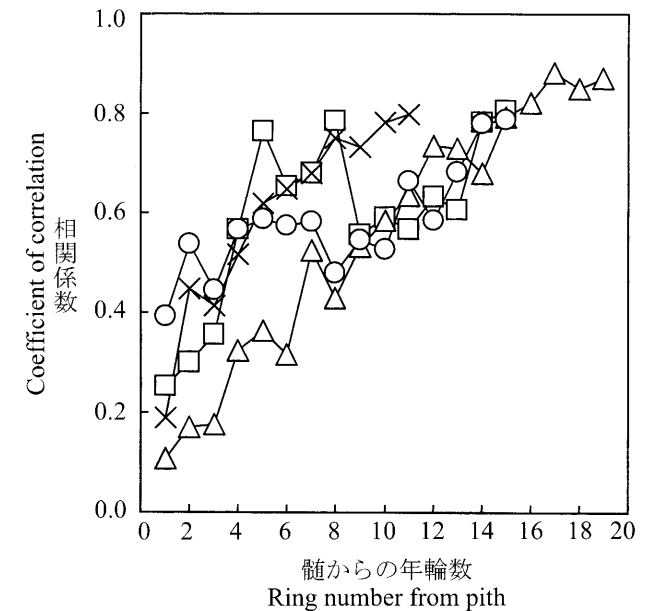
林木は農作物に比べ世代が長いので、後代検定に長時間を要する。そのため、林木育種において早期検定は、育種年限の短縮につながる重要な課題である。

木材の諸性質の多くは、生育過程において加齢や環境要因等の影響で著しく変動する。したがって、目的とする木材性質が、初期成長の段階から判定できるか否かを検討する必要がある。

平成9年度は、針葉樹数樹種の成木を対象に、基礎

第1表 カラマツ類交雑家系の年輪密度  
Table 1. Cross combinations of *Larix* spp. about ring density.

		ニホンカラマツ (L) <i>L. leptolepis</i>			
		♂			
		諏訪14号 Suwa 14	諏訪16号 Suwa 16	遠野1号 Tono 1	十勝43号 Tokachi 43
♀ ニホンカラマツ (L) <i>L. leptolepis</i>	諏訪14号 Suwa 14	—	0.39	0.38	
	諏訪16号 Suwa 16	0.44	—		0.44
	遠野1号 Tono 1	0.43	0.37	—	
♀ グイマツ (G) <i>L. gmelini</i>	留萌1号 Rumoi 1	0.38			0.43
	中標津4号 Nakashibetsu 4	0.45	0.52	0.40	
	川北4号 Kawakita 4		0.49	0.48	0.44



第4図 髄からの各年輪と外側の年輪との相関関係 (年輪密度)

凡例：□：カラマツ (家系), △：トドマツ (家系), ○：アカエゾマツ (クローン), ×：スギ (クローン)

Fig.4. Coefficient of correlation between ring density of a given ring and of the outer rings.

Legend : □ : *Larix leptolepis* (Family) ;  
△ : *Abies sachalinensis* (Family) ;  
○ : *Picea glehnii* (Clone) ;  
× : *Cryptomeria japonica* (Clone)

的な木材性質の一つである密度を調べた。そして、それらの内側の年輪 (未成熟材部) と外側の年輪 (成熟材部) との相関関係を調べた (第4図)。その結果、いずれの樹種においても比較的早期に、内側の年輪と外側の年輪で有意な相関関係が認められた。あわせて、各年輪ごとに家系間およびクローン間の分散分析を行ったところ、いずれについても内側の数年輪から有意な差が認められた。密度形質によって年数は異なるが、比較的早期に高密度の家系やクローンを選べることが示唆された。

10年度は、実際に若齢木を対象にして高容積重の家系の選抜を行った。供試木として、林木育種センター構内 (江別市、野幌) のカラマツ交雑遺伝試験地 (樹齢11年生) から、グイマツ雑種F<sub>1</sub>の8家系、ニホンカラマツ6家系を採取した。これらの供試木の胸

高部位付近から試料を採取し、デンストメーターを用いて、1年輪内平均密度（以下、年輪密度）、早材密度、晩材密度を測定した。測定したすべての年輪の平均値を試料の代表値とし、各家系間で分散分析を行った。

その結果、グイマツ雑種F<sub>1</sub>の8家系については、年輪密度、早材密度および晩材密度で1%レベルの有意な家系間差が認められた。ニホンカラマツの6家系については、年輪密度と早材密度で5%レベルの、晩材密度で1%レベルの有意な家系間差が認められた。

上記の結果をもとに、母樹と花粉親の関係を調べ、高密度家系を推定した。年輪密度を一例として第1表に示した。母樹については、ニホンカラマツ (L) では諏訪16号、グイマツ (G) では中標津4号と川北4号が高密度であった。花粉親については、L×Lで諏訪14号が、G×Lで諏訪16号が高密度であった。よって、G×Lでは「中標津4号ないし川北4号」×「諏訪16号」、L×Lでは「諏訪16号」×「諏訪14号」の家系が高密度であると推定された。

以上の結果から、若齢の段階で高容積重の家系を選抜できることが示唆された。これは、検定林等における初期の除伐や間伐時の選木に活用できると思われる。今後は、林木の成長や形態に関する形質と、木材性質に関する形質との相関関係を明らかにすることが必要である。これによって、より実用的で簡易な方法が確立されることが考えられる。

(平成9～10年度)  
(材質科)

#### I.4.1.3 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

トドマツ精英樹家系の基礎材質を把握するため、無欠点小試験片による曲げ試験を行い、曲げ強さと曲げヤング係数を測定した。試験はJIS Z 2101に従い、断面2×2cm、スパン28cmで行った。供試木は北海道立林業試験場植栽の31年生トドマツ精英樹家系45家系181個体を用いた。結果の概要は次のとおりである。

(1) 本試験の供試木の曲げ強さの全平均は625kgf/

cm<sup>2</sup>であった。分散分析の結果、家系間に1%水準で有意な差が認められた。曲げ強さの最大値は浦河9号の756kgf/cm<sup>2</sup>で、最小値は名寄9号の515kgf/cm<sup>2</sup>であった。

(2) 曲げヤング係数の全平均は、87.2×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>であった。分散分析の結果、家系間に1%水準で有意な差が認められた。曲げヤング係数の最大値は浦河9号の102.0×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>で、最小値は名寄9号の72.7×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>であった。

(3) トドマツの産地区分は、北海道全域を5つの区域に分割して設定されている。各家系を母樹の産地区分ごとに分類し、美唄市東山試験地に植栽した場合の曲げヤング係数について比較したところ、分散分析の結果、1%水準で有意な差が産地区分間に認められた。日高函館、道東部、根釧の地域区分産の精英樹を母樹とする家系は平均で、90×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>程度の曲げヤング係数を示したのに対し、道西南部、道中部の地域区分産の精英樹を母樹とする家系は平均で80×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>程度の曲げヤング係数を示した。

以上の結果から、精英樹家系の中に、強度が大きい家系が存在する一方、強度が小さい、材質が劣る家系が認められた。この結果を用いて、材質の面から採種園全体の質的向上を行うことができると期待される。また、精英樹家系の地域に対する適性の評価を材質の面から行うことが可能であることが示唆された。

(平成9～12年度)  
(材質科)

#### I.4.2. 木質資材の各種性能の評価

Evaluation of Properties for Wood Materials

##### I.4.2.1 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 Tropics

東南アジアを中心に植林されている早成樹種のうちで、造林が成功し、資源量が比較的多い樹種について、その材質と加工適性を調査し、利用上の各種指標を得るとともに、より付加価値の高い用途の開発をめざし、資源の有効利用と造林事業の振興に寄



与することを目標に試験を行っている。

これらの試験はいずれも「熱帯造林木の用途開発に向けた材質評価および加工適性評価試験方法書」の試験方法に準拠して実施している。

平成6、7年度はマレーシア産の4樹種（アカシア・マンギウム、モルッカネム、ユーカリ・デグレプタ、メリナ）について試験した。

8年度はソロモン群島産の3樹種（カメレレ、ターミナリア、キャンプノスペルマ）について試験した。また、8年度は両地域（マレーシアとソロモン群島）の材について、床および内装材としての適性も試験した。

9年度はソロモン群島産のカメレレとハワイ諸島産のユーカリ・ロブスタについて試験した。また、ソロモン群島産のターミナリアとキャンプノスペルマの天然木も試験し、造林木との比較も行った。

また、マレーシア産材のアカシア・マンギウム、モルッカネム、メリナとソロモン群島産のカメレレ、ターミナリア、キャンプノスペルマについてボード製造試験を行った。

こうした試験を通じて、これらの材の性質が天然生のもので同等か若干劣る程度で、各種用途に十分使用可能であることを明らかにした。

また、メリナとユーカリ・ロブスタが耐朽性に優れていること、アカシア・マンギウムが化粧的用途にも適した木目と材色を持っていることを明らかにした。

また、ボード製造適性については、OSBにはメリナとターミナリアが、MDFにはモルッカネム、キャンプノスペルマ、カメレレ、メリナが、パーティクルボードには試験した6樹種すべてがJIS基準を満足していることを明らかにした。

10年度は、アカシア・マンギウムの高齢木（30年生）と若齢木（8年生）、アカシア・アウリキュホルミス（30年生）、および両者の自然交配種であるアカシア・ハイブリッドについて試験した。

得られた結果は次のとおりである。

1) 心材腐朽の認められた供試材の割合はアカシア・マンギウム（以下Mと略す）の30年生が75%、Mの8年生が58%、アカシア・ハイブリッド（以下Hと略す）が30%であった。アカシア・アウリキュ

リホルミス（以下Aと略す）が0%であった。

- 2) Mでは、30年生の供試材の方が高位の品等に格付けされるものの割合が多かった。
- 3) 製材歩留まりは厚さ35mmのダラ挽きで、M（30年生）が72.8%、Hが63.1%、Aが59.6%であった。厚さ40mmのダラ挽きでは、Mの30年生が47.8%、8年生が43.2%、Hが43.3%、Aが47.5%であった。また、厚さ17mmのダラ挽きで、M（30年生）が54.4%であった。
- 4) M（以下のMはいずれも30年生のものについての結果である）に多湿心材を持つものが認められた。
- 5) 容積密度数はMが498kg/m<sup>3</sup>（全乾比重0.58）、Hが525kg/m<sup>3</sup>（同0.61）、Aが681kg/m<sup>3</sup>（同0.81）であった。
- 6) 収縮率はM、H、Aともほぼ同様であった。平均収縮率はT方向が0.27～0.31%、R方向が0.12～0.15%、全収縮率はT方向が5.8～6.1%、R方向が2.2～2.6%であった。
- 7) 繊維交錯度は平均がM5.8%、H4.7%、A8.0%、最大がM13.3%、H9.2%、A16.3%であり、雑種強勢が示された。
- 8) 脆心材の存在を示すスリップ・プレインの出現位置はMとHでは髓から外側に向かって4～5cmまでであったが、Aではスリップ・プレインは認められなかった。
- 9) 曲げ強さはMが1,086kgf/cm<sup>2</sup>、Hが1,217kgf/cm<sup>2</sup>、Aが1,417kgf/cm<sup>2</sup>、圧縮強さはMが606kgf/cm<sup>2</sup>、Hが696kgf/cm<sup>2</sup>、Aが840kgf/cm<sup>2</sup>であった。
- 10) 心材の耐朽性はいずれも「最大～大」であった。
- 11) 乾燥性はいずれも「不良」であった。
- 12) 回転かんによる切削性はM、Hは「良好」であり、Aは「やや良好」であった。
- 13) Aの木ネジの保持力は同比重の材に比べて低かった。
- 14) 接着性能では、いずれもせん断強度は構造用集成材のJASの樹種区分1の基準を満たした。しかし、木破率では基準値に満たない場合もあった。
- 15) MやHは合板製造上、特に問題となる点はなかった。原木の品質、形状が良ければ化粧合板の製造も可能である。

16) M, Hは比重が大きく、硬いことから、傷の付きにくさが要求される場所への使用が妥当である。

17) M, Hは家具や内装材としての利用も可能である。

(平成6~10年度)

(瀧澤(忠)主任研究員, 材質科, 製材科, 乾燥科, 加工科, 合板科, 耐久性能科, 接着塗装科)

#### I.4.2.2 集成材の強度シミュレーション技術の確立

##### Establishment of Technology for Simulation of Glulam's Strength

平成8年から施行となった「構造用集成材の日本農林規格」では、以前の「構造用大断面集成材の日本農林規格」より基準が厳しくなり、これまでと同等の性能を持つ集成材の製造にあたり、原材料の品質が支障となっている。また、新しい規格では実大強度試験または実証試験を伴うシミュレーション計算により、規格にないラミナ構成が許されているが、その手法については明らかにされていない。シミュレーション手法を確立することにより、原料事情に見合った、適切な強度性能を与えられた集成材の製造が可能になる。

9年度はJASに適合する集成材の製造にあたり、ラミナの品質から製造すべき集成材の等級を決定する手法について検討した。

10年度は集成材を構成するラミナのヤング係数から集成材の強度を推定する手法について検討した。解析にはカラマツの10プライ集成材(150×300×7,000mm)の曲げ破壊試験データを使用した。なお、この集成材は現行のJASに適合したものではなく、最外層のたて継ぎ部分が破壊試験時の荷重点間に入らないようにラミナを配置したものである。この試験では、荷重-たわみ曲線がほぼ直線関係を保ったまま引張側最外層から破壊しており、塑性化に関しては無視することとした。さらに、各層の厚さ方向での応力傾斜が小さくなる大断面の集成材のみをシミュレーションの対象とした。これらにより、荷重によって発生した引張応力がある層において、その層を構成するラミナの引張強度に等しくなったときを集

第2表 曲げ強さの計算値と実測値の比較

Table 2. Comparisons between calculated MOR and observed MOR.

試験体 番号 No.	曲げ強さ の計算値 Calculated MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げ強さ の実測値 Observed MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	計算値 実測値 Calculated Observed
1	482	509	0.947
2	437	531	0.823
3	433	463	0.935
4	415	549	0.756
5	402	412	0.976
平均 Av.			0.887

成材の破壊とした。

具体的には、

- ・乱数を用いることによって回帰直線のまわりの分散を考慮した引張強度を各層に割り当てた仮想的な集成材を作成する。
- ・各層ごとに引張強度に等しい応力を発生する曲げモーメントをそれぞれ求める。
- ・求めた曲げモーメントのうちで、最小となるものから集成材の破壊強度を求める。
- ・これらを繰り返し行い、仮想的な集成材の曲げ強度の分布を得る。

という方法によった。

ラミナの引張強度は過去に行ったたて継ぎのない通しラミナ、およびたて継ぎラミナの引張破壊試験から得られたヤング係数と引張強度の関係を用いたものである。特にたて継ぎラミナでは必ずしもたて継ぎ部分から破壊せず、たて継ぎ以外の部分から破壊するケースも見受けられた。これに対応するために、たて継ぎラミナでは、通しラミナとたて継ぎラミナの両方の場合について引張強度を発生させ、弱い方をそのラミナの引張強度とした。

得られた仮想的な集成材の曲げ強さの平均値は実測値の約80%で、しかも実際には起きなかった引張側2層目からの破壊が高い頻度で発生していた。この原因の一つとして、積層接着による補強効果が考えられたが、この実験では定量化は不可能である。そこで、2面を接着したことによる補強効果は今回作成した集成材では2層目から内側での破壊を妨げること

が可能なほど大きいと仮定し、最外層にのみ着目してシミュレーションを行った。その結果、仮想的な集成材の曲げ強さの平均値は実測値の約90%に向上した(第2表)。

(平成9~10年度)

(材料性能科)

#### I.4.2.3 輸入木材の接着塗装性能の検討

##### Examination of Adhesive and Coating Properties for Imported Wood

木材利用の拡大で道産材以外の新たな樹種が利用され、接着塗装障害に関する技術相談が増大している。本研究は、これら輸入木材の接着塗装性能を評価するとともに、接着塗装障害の原因を解明し対策を検討することを目的とした。平成10年度は、イペ(ブラジル産材)とジャラ(オーストラリア産材)について試験を実施し、汎用接着剤(レゾルシノール:RF, 水性ビニルウレタン:API, エポキシ:EP)、汎用塗料(ポリウレタン:PU, アミノアルキド:AA, 不飽和ポリエステル:UPE)について検討した。結果の概略は以下のとおりであった。

- ・ イペ材のせん断強度はRF, API, EPとも、集成材のJASの基準(96kgf/cm<sup>2</sup>以上)を満たしたが、木破率(60%以上)の基準を満たしたものはEPのみであった。せん断強度および木破率ともEPと比べAPI, RFは小さかった。JASの浸せきはく離試験で基準(造作用:はく離率10%以下, 構造用:5%以下)に達したものはRFのみ, 煮沸はく離試験ではEPのみであった。
- ・ イペ材の塗膜密着力は, PU, AA, UPEとも特殊合板のJASの基準(4kgf/cm<sup>2</sup>以上)を満たした。しかし, 各塗料ともほとんど木部-塗膜面からの破断であり, UPEには硬化阻害が観察された。DSC, FT-IR, TBAによる実験の結果, イペ材の抽出成分のUPE硬化に対する阻害作用が明らかになった。
- ・ ジャラ材のせん断強度は, 各接着剤とも集成材のJASの基準(96kgf/cm<sup>2</sup>以上)を満たした。木破率はAPI, EPおよびRFの低比重材(0.8)がJASの基準に達した。浸せきはく離試験では, RFで接着した比重0.8, 0.95の材とAPIで接着した材がJASの基準を満たした。煮沸はく離試験で基準を満た

したのはEPのみであった。

- ・ ジャラ材の塗膜密着力はPU, AAが40kgf/cm<sup>2</sup>以上, UPEが30kgf/cm<sup>2</sup>以上あり, JASの基準を満たした。UPEは木部-塗膜からの破断が顕著であった。

(平成9~10年度)

(接着塗装科)

#### I.4.2.4 未利用熱帯材の材質評価および加工適性評価(民間受託)

##### The Qualities and Processing Aptitudes of Unused Tropical Woods

(平成10年度)

(瀧澤(忠)主任研究員, 材質科,

製材科, 乾燥科, 加工科,

耐久性能科, 接着塗装科, (社)林産技術普及協会)

#### I.4.2.5 スギ虫害材の強度性能試験

##### Strength Properties of Sugi with Insect Damage

(平成10年度)

(材料性能科, 材質科)

#### I.4.2.6 針葉樹高温乾燥材の構造用途適性評価

##### Evaluation of High-temperature Dried Softwood for Structural Use

本研究の目的は、通常の乾燥とは異なった性状を示す高温乾燥材の建築構造部材への利用に関わる物理的な諸性能を、乾燥処理条件・樹種別に明らかにして設計資料を整備することである。

平成10年度は、カラマツおよびトドマツの心持ち正角材を対象とした曲げ試験を行い、以下の結果を得た。

- (1) カラマツ材の曲げ強度は、高温乾燥によるものと中高温乾燥によるものとの間に有意差は認められなかった。それに対して、トドマツ材の曲げ強度は、高温乾燥によるものが中高温乾燥によるものに比べて1割程度低下した。
- (2) 曲げヤング係数は、トドマツ・カラマツともに、乾燥条件による有意差は認められなかった。

(平成10~11年度)

(構造性能科)

I.4.2.7 防腐処理された木質材料の接着性能の検討

(接着塗装科)

Adhesive Properties of Wood Treated with Preservatives

大規模な屋外構造物に集成材を利用する例が増加している。このような集成材には高い防腐性能、接着性能が求められる。最近、従来用いられていた防腐剤CCAの代わりに、新たな低毒性防腐剤が使用されるようになった。これらの防腐剤で処理された集成材の接着性能は十分に検討されていないことから、本試験では集成材の屋外構造物への利用を想定し防腐処理されたラミナの接着性能を検討した。

検討した防腐剤は、アルキルアンモニウム化合物系 (AAC), 銅・アルキルアンモニウム化合物系 (ACQ), 銅・ホウ酸・アゾール系 (CuAz) であった。接着剤には、構造用集成材として汎用のレゾルシノール樹脂 (RF), 水性高分子-イソシアネート (API) を用いた。供試材として、トドマツを用いた。

構造用集成材のJASに従い接着性能試験を行った結果、防腐処理材をRF, APIを用いて接着した時の接着性能は適合基準を満たすことが明らかになった。防腐剤注入後、材の表面には落ち込みが認められ、接着性能を低下させる要因になると考えられたが、接着性能に大きな影響はなかった。9年度に実施したカラマツ防腐処理材の接着性能試験での材表面の落ち込みが接着性能を低下させた結果と比較すると、異なる傾向であった。これは、トドマツ材がカラマツ材よりも比重が低いいため、接着時の圧縮により表面の落ち込みの影響が少ないことによると考えられた。カラマツ材のような早晚材の比重差が大きく晩材の比重が高い材とは異なり、トドマツ材では表面を切削しなくても接着時の適度な圧縮で十分な接着性能が得られた。

防腐剤が接着剤の硬化反応に及ぼす影響を、IRとTBA法によって検討した。RFに対しては、ACQ, CuAzの添加によって、APIに対してはAAC, ACQの添加によって硬化阻害が示唆された。防腐剤の種類によっては、RF, APIの硬化反応を阻害することが示唆されたが、JASの試験では、RF, APIの接着性能に対する防腐剤の顕著な影響は認められなかった。

(平成10~11年度)

I.4.2.8 床暖房用フローリング性能試験の簡素化  
Simplification of the Performance Test in Wooden Floorings to Use the Floor Heating

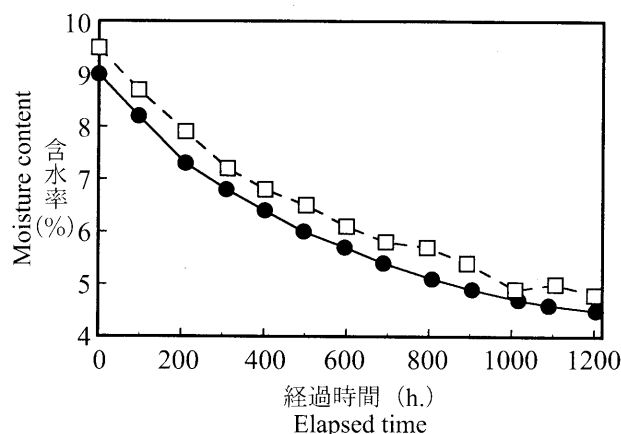
床暖房用フローリングの性能基準は標準化の方向で検討されつつあるが、メーカーやゼネコン各社が独自の基準で試験・評価しているのが現状である。北海道は床暖房の研究において、先導的役割を担うべき地域・気候的背景があり、また床暖房用フローリングの簡易かつ低コストな試験・評価方法の整備に対する要望が高い。

林産試験場においては、床暖房用フローリングの試験・評価方法として、床面加熱試験、ならびに床面吸湿試験を提案してきたが、いずれも高度に管理された恒温恒湿環境下での試験であり、高価な設備を要する。そこで、温湿度条件の緩和による低コスト化を検討することとした。

平成10年度は、市販のエアコン、除湿器、加湿器

第3表 床面加熱試験の実施条件  
Table 3. The way of floor heating test.

試験体寸法 Size of test floor	90×180×厚さ (cm) width length actualthickness
試験環境 Environment	20°C, RH40%
加熱条件 Heating condition	70°C温水を1,000時間通湯 70°C hot water, 1000 hours heating



第5図 含水率の経時変化  
凡例：□：簡易な恒温恒湿室，●：従来の恒温恒湿室  
Fig.5. Moisture content in floor heating test.  
Legend：□：Coarse temperature and humidity room  
●：Regular temperature and humidity room

により簡易な恒温恒湿室(2.7×2.7×1.8m)を試作し、床面加熱試験(第3表参照)における各種測定値の経時変化の差異を検討した。その結果、若干測定値にバラツキはあるものの、簡易な温湿度制御環境でも恒温恒湿室と同様の劣化挙動を再現できることが確認された(第5図参照)。よって床面加熱試験における温湿度条件の緩和は可能であり、試験コストの低減が見込めるものと考えられる。

(平成10~11年度)  
(加工科, 機械科)

#### 4.2.9 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 House in Cold Region

ホルムアルデヒド(HCHO)の室内濃度指針値として「30分平均値で0.1mg/m<sup>3</sup>以下」という値が提案された。合板やMDFなどのボード類のHCHO放散量は、日本農林規格や日本工業規格で、デンケータ法によって水中濃度で測定され評価される。その際、湿度が100%に近い条件で、放散量は試験片の6面全面からのものである。これらの条件は、居住環境と大きく異なるため、デンケータ法で得られた放散量から室内濃度を推定することはむずかしいと考えられる。そこで、チャンパー法を用いて、材料のHCHO放散特性を明確にするとともに、HCHO放散量の少ない材料および吸着剤を開発し、HCHO濃度の低い居住環境の設計を検討している。それらをもとに、北国型住宅の室内空気汚染防止の設計指針を確立することを目指している。

平成10年度は、材料および家具全体のHCHO放散を測定するため、スモールチャンパーを製作した。これを用いて、側面からの放散量を測定するため、30×25cmの合板を1, 3, 5, 7, 10枚にカットしたもの、すなわち表裏面積を一定にし、側面積を変えた合板のHCHO濃度を測定した。その結果、温度20・湿度40%の条件では側面積とHCHO濃度との間には相関は見られなかった。なお、実大規模の家具などを測定するための、チャンパーは現在製作中である。

HCHO吸着剤に関しては、尿素および亜硫酸ナトリウムをしみこませた1.5×1.5mの大きさの木綿布を実験住宅に貼り付け10日間放置し、その前後の室内

のHCHO濃度を測定した。その結果、尿素では0.39ppmから0.051ppm、亜硫酸ナトリウムでは0.36ppmから0.052ppmといずれも低下した。しかし、実験前温度は26で実験後温度14と、同一測定条件でないため吸着剤の効果の信頼性に問題がある。そこで、HCHO発生装置、HCHOと空気混合槽、吸着剤を入れておくチャンパーを組み合わせたものを製作し、恒温恒湿器で継続的に同一条件で吸着剤の性能を評価できるシステムを開発した。

11年度は、様々な条件での材料のHCHO放散特性を明らかにすること、家具全体から放散されるHCHOの測定方法の確立、天然物由来のHCHO吸着剤の開発を検討している。

(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)

#### 4.3. 木質資材使用マニュアルの整備

Making a Use - Directory for Wood and Wood Based Materials

##### 4.3.1 木材の利用促進を図るための設計資料の作成

Drawing Up a Data Book for Interior Design Used Wood and Wood Based Materials

近年、自然志向・健康志向の風潮から、住宅内に木質材料が使われることが多くなってきた。木の模様もつ「ゆらぎ」や湿度調節機能などが、室内の居住環境を良くすることは近年の研究でも明らかになってきており、これからも積極的に使われることが望ましいと考えられる。そこで、内装材として木を使いたい設計者や消費者が、製品を選ぶ際の資料として利用できるような、木質内装材のパソコン検索システムを試作した。

平成8年度は、木材および木質材料の住環境に関する項目についての資料収集を行い、取りまとめを行った。

9年度は、現在普及している木材、木質内装材のカタログ収集を行い、それらから得られた製品情報について、床、壁、天井の部位別製品分類、および塗料、防火建材の分類を行い、データベース化を図った。

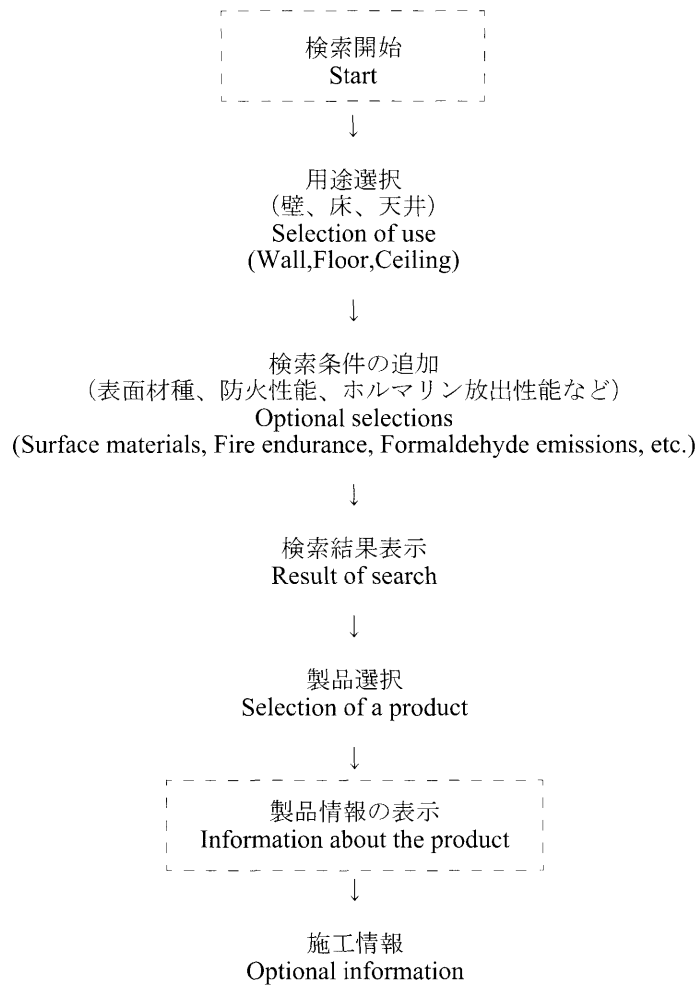
た。

10年度は、9年度に行ったカタログ収集を継続して行い、データベースを充実させた。また、それを使用する際に用いる検索項目を決定するために、道内の設計事務所を対象にアンケート調査を行い、その結果から製品検索時に重要であると思われるキーワードを選出し、木質内装材データベースの検索シ

テムを構築した。フローチャートを第6図に示す。なお、製品情報としては文字だけではなく、施工写真や施工上の注意点などを画像で表示し、製品選びの参考になるようにした。

(平成8～10年度)

(性能開発科, 耐久性能科,  
接着塗装科, 材料性能科, 合板科)



第6図 検索システムのフローチャート  
Fig.6. Flowchart of searching system.

## 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

圧) を高めることが必要である。

(平成9～10年度)

(製材科, 機械科)

##### Ⅱ.1.1.1 エア式圧力セリ装置による挽材精度の向上

###### Effect of the Air-guide System on the Bandsaw Cutting Accuracy

##### Ⅱ.1.2. 粉砕技術の改善・開発

###### Improvement and Development of Pulverizing Technology

平成10年度取り組み研究テーマなし。

現在、<sup>のこ</sup>帯鋸盤で広く使われているセリ装置は、カシやミズナラなどの硬木で鋸身を挟み込み、鋸の厚さ方向の移動を規制するものである。しかし、鋸身とセリ駒との間にはある程度のすき間が必要であり、この調整が適正でない場合、振れ止めとしての効果が無いばかりか、鋸身とセリ駒の摩擦力が増大し、鋸身に損傷を与える場合もあり、新たな方式のセリ装置の開発が望まれている。そこで、本研究では、従来のセリ駒方式に代わる空気圧を用いたセリ装置を開発し、挽材精度および挽材能率の向上を目指した。

##### Ⅱ.1.3. 乾燥技術の改善・開発

###### Improvement and Development of Drying Technology

##### Ⅱ.1.3.1 連続水分測定装置を用いた水分管理技術の検討

###### Development of Continuous M.C. Measurement System

平成9年度は、装置の基本設計を中心にセリ駒本体(パッド)の材質、形状の検討、空気噴射ノズルの形状、ノズル数、圧縮空気の供給方法などの検討を行った。10年度は、試作したセリ装置を帯鋸盤に取り付け、低回転での稼働試験を行った。その結果、セリ装置は歪みの大きい接合部などが通過する際に強い接触を繰り返し、パッド面に接触痕が生じた。その後のパッドサイズおよび形状などの改良の結果、パッド面の損傷を防ぐためには、パッドサイズの小型化が有効であることがわかった。今後の実用化を図るためには、パッド材質の耐久性を高めるとともに、パッド面形状の改良によりパッド圧力(空気層による膜

木材の水分管理は、木製品の寸法安定化をはかる上で大変重要な工程である。水分管理は原木段階から製材、乾燥、養生、加工の各工程においてきめ細やかな配慮が求められ、とりわけ乾燥後の含水率チェックは大きなトラブルを未然に防ぐための重要な作業と思われる。このため、乾燥後に水分測定を全数について行う必要がある、これにより均質な部材の供給が可能となり、製品となった後の収縮・膨潤に伴うトラブルを防止できる。

林産試験場では平成2年度に地域システム技術開発事業「木材高度利用システム開発事業」(中小企業庁地域活性化事業費補助)の中で、要素技術として針葉樹構造材用の連続型自動水分測定装置を開発して

いる。一方近年、住宅の高気密化が進み、暖房事情が改善されているが、これに伴いフローリング、家具などは条件によっては含水率が4%以下に下がるなど従来に比べ厳しい条件で使われることもよく見受けられるようになった。このような使われ方をされる木材においては収縮・膨潤に伴うトラブルが発生しやすく、製品の含水率管理をより厳しく実施する必要がある。

8年度は厳しい含水率管理が必要と考えられる広葉樹製材品としてフローリング材を対象とすることを決め、2年度に開発された連続型自動水分測定装置の主に搬送部に関する補修と小規模の改造を行った。

9年度はフローリング材を想定した広葉樹薄板材を測定する上で問題となる点を洗い出し、改良の方針を定めた。

#### (1) 装置の概要

本装置は大きく3つの機能部品からなる。導入部は被測定材がセンサに対して正しい位置関係を保つように案内しながら材をセンサ部に送り込む。センサ部は(株)ケット科学研究所製高周波抵抗型水分計HG-100をベースに独自の改造を施したセンサにより材の含水率を測定する。振分け部はセンサ部の測定結果を基に材を任意の方向に振り分ける。

#### (2) 連続型自動水分測定装置の評価

針葉樹構造材用に開発された本装置を広葉樹薄板に応用するに当たって改良すべき点を見極めるため、まず改良を施さずにナラ薄板を測定した。実験方法は改良後と同じためここに詳述する。

供試材は径級30cm以上、2等のナラ丸太から板目に挽き出した。長さは240cmとし、断面寸法は4種類、10×80mm、10×160mm、20×80mm、20×160mm(いずれも製材時)とした。それぞれの断面ごとに15本用意し、断面が同じもの5本を1グループとして3グループに分けて蒸気式乾燥装置で人工乾燥した。仕上がり含水率が5、10、15%になった時点で1グループごとに乾燥機から取り出し、温度の影響をなくすために12時間以上大気中に放置した。この後、連続水分測定装置にかけて出力を計測した。計測は1本につき3回行い、これを2セットすなわち1本のナラ薄板材について時間をかけて6回行った。連続水分測定装置で計測した材は直ちに長手方向に5cm間隔で鋸断

し、全乾法により長手方向の含水率分布を得た。連続水分測定装置からの出力と全乾法による含水率分布を比較して連続水分測定装置の測定精度を評価した。

以降、全乾法による含水率を含水率、連続水分測定装置からの出力を出力と表記する。また、単に材と表記した場合、断面寸法を問わず上記のナラ薄板材を表し、それ以外の場合はそのつど詳述することとする。

9年度に従来のセンサを評価し、次の点を改良すべき点であるとした。

出力が全体に小さく、また、それぞれの材について長手方向の含水率分布と出力分布の相関が低かった。

陰極の形状による制約で幅80mmの材が測定できなかった。

測定開始検知用の光電スイッチが厚さ10mmの材を正しく検知できなかった。

出力にノイズがのり、零点(材が無いときの出力)が安定しなかった。

以下はセンサ以外の改良すべき点である。

幅定規の制約により、幅100mm以下の材を正確にセンサ電極に導くことができない。

ライプローラ制御アルゴリズムが不適切なため、正しく振り分けられない。

#### (3) 連続水分測定装置の改良

9年度に実施した評価試験に基づき10年度に装置を改良した。

センサ電極を第1図に示すように作り直した。改良のポイントは、

( ) 陽極の形状を先端がとがったピラミッド状とした。

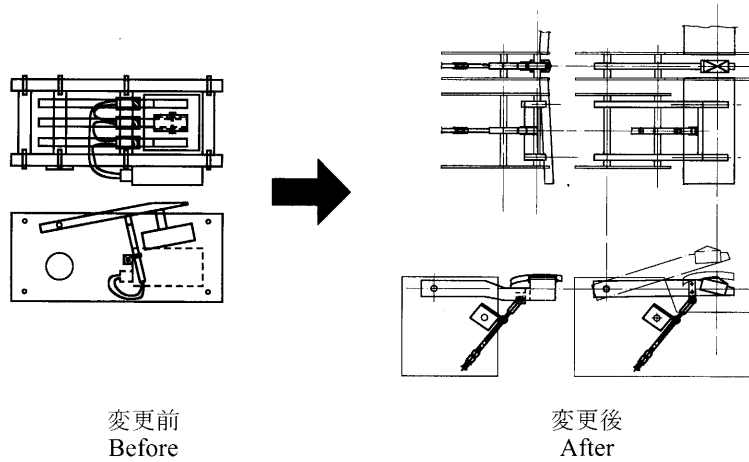
( ) 陰極の形状を大きく翼状として傾斜をつけ、材の断面両端に接触するようにした。また、陽極との距離を小さくした。

( ) センサ基盤を陽極から分離してフローティングマウントとし、振動を受けにくくした。

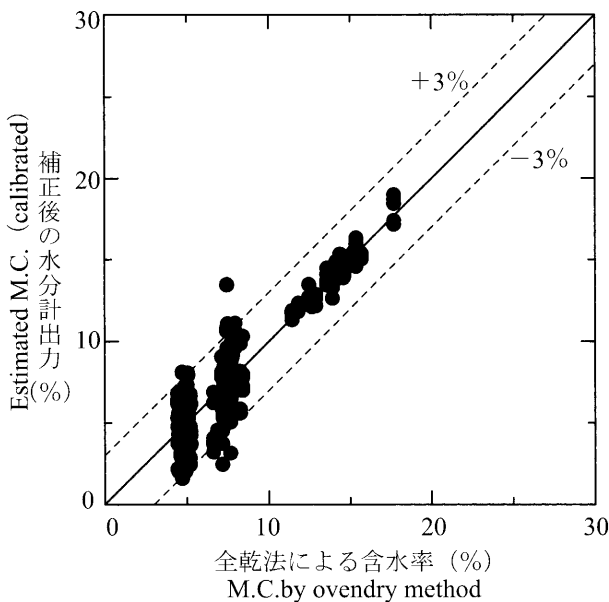
光電スイッチの配置を変え、厚さに関わらず材を正しく検知できるようにした。

ベルトコンベア、ライプローラ速度制御をインバータ式からプリー式機械制御に変更した。

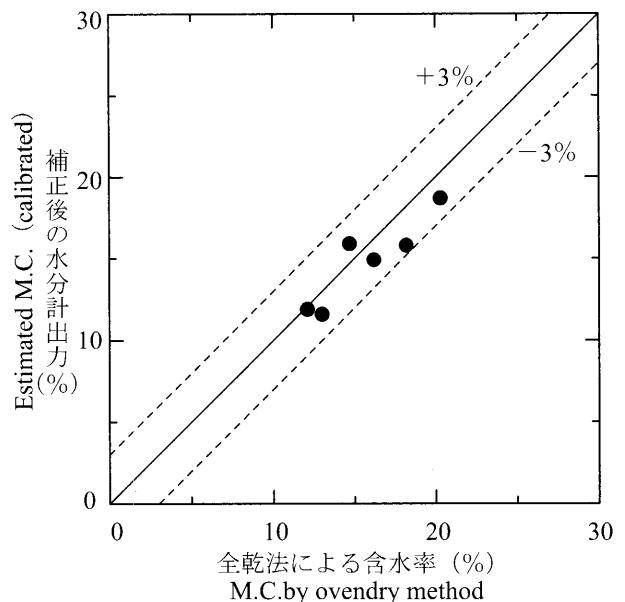




第1図 水分センサ電極の変更  
Fig.1. Change of the electrode for Moisture Sensor.



第2図 ナラ薄板の測定精度  
Fig.2. The precision for Mizunara flooringboard.



第3図 トドマツ正角材の測定精度  
Fig.3. The precision for Todomatsu square lumber.

④ ライブローラ制御アルゴリズムに時間遅延ループを追加し、合否判定がライブローラに正しく伝わるようにした。

改良により、(2)で挙げた問題点のうち、②、③、④、⑥は解消した。①については出力の向上は果たせなかったが、相関に関する問題点についてはほぼ解消した。⑤は時間の都合で着手できなかった。

(4) 改良後の測定精度評価

改良を施した装置で9年度と同様の試験を行い、測定精度を評価した。測定結果を第2図に示す。含水率15%近辺では断面形状の影響もなく精度良く測定できることがわかる。測定誤差は±1.5%程度である。これに対して10%以下では±3%以上と誤差が大き

い。この原因としては陽極の接触面積が少ないこと、測定周波数が低含水率域に最適化されていないこと、材温にバラツキがあったことが考えられた。このうち、測定周波数については、従来の700KHzから1MHzに変更したセンサ基盤を用いて測定精度を評価したが、15%近辺ではむしろ測定精度が低下し、10%以下では変化がなかった。材温の影響については8%程度に調湿した材について簡単な試験を行った結果、非常に大きな影響があることがわかった。しかし、同程度の温度変動に対して15%近辺では影響が少ないため、まずセンサ電極形状、測定周波数の変更などにより温度の影響が少なくなるように工夫することが必要である。

(5) 針葉樹構造材の測定に対する改良の影響

改良した装置で針葉樹構造材が正しく測定できるか検証する必要がある。これは、改良により電極の形状が大きく変化したため特性が変化し、従来の補正曲線が使えないためである。簡単な実験の一例を第3図に示す。この実験では6本のトドマツ正角高温乾燥材についてもっとも重要な15%近辺の測定精度を確認したものであるが±3%以内に収まっていることがわかる。補正曲線については別途校正する必要があるが、測定精度については十分であると判断した。

(平成8～10年度)  
(乾燥科)

II.1.3.2 木材高温乾燥の実用化技術の開発

Development of Practical High Temperature Wood Drying Technology

道産の人工林針葉樹材を有効利用するため、建築用構造材（心持ち正角材）を用途に据えた乾燥方法の検討を、コスト削減に有効と考えられる蒸気式乾燥装置による高温条件を用いて行った。

平成8年度は、トドマツ心持ち正角材を用いて予備試験を実施し、主に効率的な高温乾燥条件を検討し

た。この成果を踏まえ、9年度は新たに導入した高温乾燥装置（収容材積約5m<sup>3</sup>）を用いて、実大による高温乾燥試験を実施した（第1表）。材料はトドマツと道南スギの断面寸法114mm心持ち正角材とした。その結果、いずれも初期含水率のバラツキ範囲が広く、仕上がり含水率の均一性が得られず、かつ平均含水率が高い材では水分傾斜も大きい傾向が明らかとなった。乾燥後のねじれは、中温条件に比べ高温条件の方がいずれも低い値を示した。また、圧縮乾燥によって、ねじれは3～4割程度抑制できた。曲がりも同様に、圧縮乾燥によりいずれの条件でも抑制できた。表面・木口割れの発生は、圧縮乾燥材の方が非圧材に比べ、かつ高温条件が中温条件に比べ少なかった。また、内部割れが高温条件に発生した。曲げ強度は、中温乾燥材に比べいずれも低い傾向が認められた。特に高い温度で長時間処理した条件が、大きく低下させることから、おおむね温度120℃以上の設定時間を短くすることが肝要と思われた。しかし、すべての試験材で建築基準法施行令で定められているトドマツ・スギの材料強度（曲げ強さ:225kgf/cm<sup>2</sup>）を下回るものはなかった。明度指数L\*は、中温乾燥材に対し全般的に低い値を示し、焼け色となった。

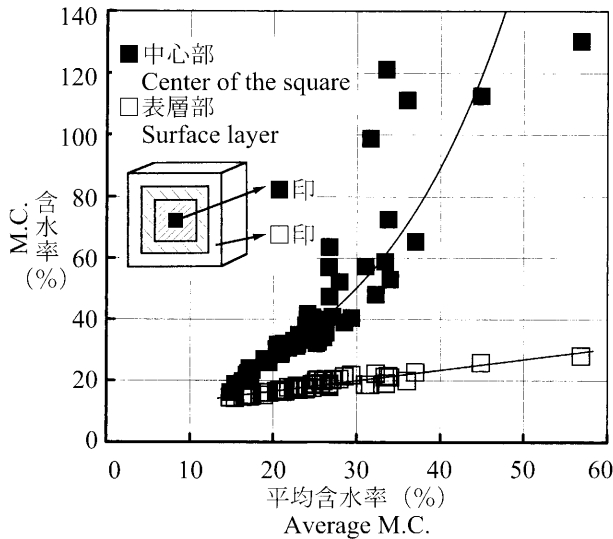
10年度は再度、高温乾燥特性についてトドマツ、カ

第1表 高温乾燥スケジュール（針葉樹心持ち正角材）  
Table 1. High temperature drying schedule for square lumber(boxed heart) from softwood.

	乾球温度 (°C) Dry-bulb temp.	湿球温度 (°C) Wet-bulb temp.	時間 (h.) Time	工程 Process
段階1 Step1	100 (ヒータoff)	100	2	初期蒸煮 Initial steaming
段階2 Step2	97~99 (ヒータoff)	97~99	8~14	蒸煮 steaming
段階3 Step3	140	98	3~5	昇温・乾燥 Raising the temp. and Drying
段階4 Step4	105~120	98	25~60	乾燥 Drying
段階5 Step5	98	98	1~4	降温第1段階 First step of dropped temp.
段階6 Step6	80	78	約8	降温第2段階 Second step of dropped temp.
段階7 Step7	80	78	24~48	調湿処理 Conditioning
段階8 Step8	制御停止 Control off	制御停止 Control off	24~48	冷却 (高湿度保持) Cooling (Keeping high R.H.)

注：段階1～6の間、給排気を行わず、湿度維持は増湿のみによる。

Note: The humidity should be controlled by steam spray without venting in steps 1-6.



第4図 水分傾斜の関係図(スギ:54体)  
Fig.4. The moisture gradient in the Sugi squares (Number of squares was 54).

ラマツ, 道南スギ材の3樹種について検討した。また, トドマツ材の仕上がり含水率が不均一となる問題について対策を検討した。

(1) 高温乾燥材の品質

割れの発生はトドマツ, スギ, カラマツの順に小さく, その割合は1:0.63:0.33となった。すなわち, 高温条件でカラマツはトドマツに比べ1/3の割れ発生量にとどめることが可能である。また, 中温条件に対し高温条件は1/4程度の発生量に抑えることができた。しかし, 生材含水率の高い材ほど割れやすい傾向となり, 材によっては品等の低いものも含まれる可能性がある。

乾燥後のねじれは, トドマツ, カラマツ, スギの順に大きく, 1:0.85:0.45の割合となり, 高温条件に平面圧縮を用いることによりいずれの樹種でも抑制効果が得られた。曲がり<sup>ほうきく</sup>はスギ, トドマツ, カラマツの順に大きく, 1.06:1:0.68の割合であり, 高温乾燥が有効であることが認められた。また乾燥後, 105mm正角材に<sup>ほうきく</sup>鉋削した結果, 狂いについてはすべての高温乾燥材で「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」2級相当をクリアーすることが分かった。

(2) 含水率のバラツキに関する検討

住宅性能が高気密・断熱化し向上している今日, 乾燥材の品質管理は大変重要な工程と認識されはじめていっている。一般に含水率の高い材はその後の放湿により寸法安定の面で不具合を発生させる可能性が高く,

水分管理技術の向上が要求される。

管理上の問題点を整理すると, 仕上がり含水率, 内部水分の傾斜(材表層ほど乾いている)の二点に絞り込まれるが, この二つの問題は互いに連動している。第4図は道南スギ柱材について平均含水率と表層含水率, 中心部の含水率に対応させ, それぞれ両者の関係を示したものである。なお, 表層含水率は材面から15mm深さまで, 中心含水率は断面の中心点からおよそ8mmの範囲内における全乾法による値である。

平均含水率がかかなり高い値であっても表層部の含水率は比較的低い値を示し, 逆に中心部は曲線的に増大し, 平均含水率が低いほど表層部と中心部の含水率差が縮小してくることが明らかである。30%以下では互いにほぼ直線的に低下しており, 中心部の含水率が20%の時点で表層部の含水率は約15%, 平均値で約16.5%となった。また, 水分傾斜を限りなくゼロに近づけるためには, およそ12%の含水率まで下げる必要が認められる。このことは, 中温条件で乾燥されたものも同様と見られた。以上のことから水分傾斜のない品質が安定した柱材を生産する上で, JAS規定のD20(含水率20%以下)は必要最小の性能保証値と見ることができるといえる。

トドマツ, スギについては初期含水率の影響で仕上がり含水率のバラツキが大きく問題となる。この対策としては以下が考えられる。①初期含水率が近似する製材ごとに仕分けして乾燥する, ②予備乾燥の併用, ③乾燥後, 個々の製材含水率を計測し仕分ける, ④乾燥時間を十分に確保する, ⑤乾燥後, 十分な養生期間を設ける, などである。この内, ①については簡易な方法として重量選別について検討中である。③は連続水分測定装置がすでに開発されている。また, ④についての基礎データとして, トドマツについて乾燥後に含水率20%以下の出現割合を9割以上確保するためには仕上がり含水率の平均値を約16%まで下げる必要があるとした結論が得られた。このため, 人工乾燥中に調湿処理(イコーライジング)に十分な時間をかけた時の効果などについて検討が必要と思われた。また, ⑤については, 乾燥後, 含水率のバラツキは日を追うごとに縮小されていき, 気温の高い季節には約2か月間, 冬季の場合は約4か

月間放置すればかなりバラツキの低減が図れるものと期待できる。しかし、養生中の含水率低下に伴う狂い・割れ発生の懸念が残されるため、養生後に修正挽きを行い、品質検査を実施するなどの対応が必要と思われる。

(平成8～10年度)  
(乾燥科)

### II.1.3.3 蒸気式乾燥装置の制御システムの見直しによる省エネ化

#### Saving Energy by Reconsideration of Control on Dry Kiln

建築用人工乾燥材の供給の増大を図るためには、乾燥装置の普及促進、人工乾燥材の品質の向上とともに、設置済みの乾燥装置については乾燥コストを低減する乾燥技術の開発が必要である。本研究では、普及率の高い蒸気式乾燥装置の熱収支を分析し、乾球温度・湿球温度の制御を効率的に行い、消費蒸気量を削減するための制御方法の改善を行い、乾燥コストの低減を検討している。

蒸気式乾燥装置において、頻繁に給排気を行うことは、装置内の熱や蒸気を必要以上に外に逃がすこととなる。そのため、湿球温度の調節は給湿のみで行い、排気ダンパーによる排湿を極力行わないような制御方法を提案した。本法による消費燃料の削減効果は、一例としてトドマツ正角材の高温乾燥で15%程度得られた。また、乾燥装置の熱収支の分析については、表計算ソフトを利用して行えるよう、計算シートを作成中である。

(平成10～11年度)  
(乾燥科)

### II.1.4. 注入技術の改善・開発

#### Improvement and Development of Impregnating Technology

平成10年度取り組み研究テーマなし。

### II.1.5. 接着技術の改善・開発

#### Improvement and Development of Gluing Technology

平成10年度取り組み研究テーマなし。

### II.1.6. 表面処理技術の改善・開発

#### Improvement and Development of Treatment Technology for Wood Surface

平成10年度取り組み研究テーマなし。

### II.1.7. 新加工技術の開発

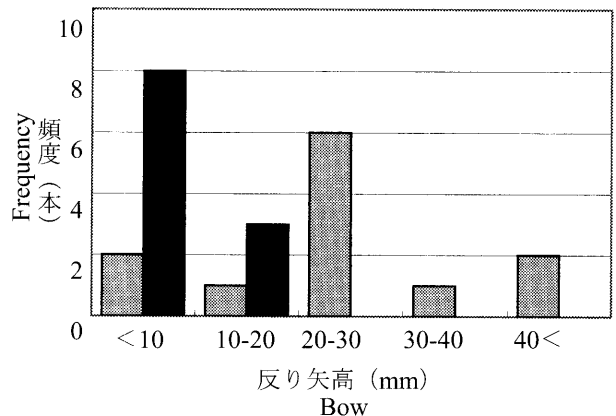
#### Development of New Processing

#### II.1.7.1 曲がり挽き製材の有効性の検討

##### Examination Concerning Efficiency of Curve Sawing

人工林資源の増加に伴い、今後、一般製材の原料になりにくい曲がった原木の出材が増えることが予想される。曲がり材を建築用材として利用する方法としては、原木の曲がりによって製材する方法が考えられる。このような「曲がり挽き」が可能な製材機械はすでに欧米で利用されているが、対象原木の曲がりの許容値や乾燥過程での反りの除去効果、乾燥条件等については、詳細な研究は行われていない。そこで本研究では、既存の製材機械で曲がり挽きを行い、曲がり挽き製材実用化の可能性を検討する。

原木は材長365cm、径級14～16cmで、平均32mmの曲り（矢高）があるトドマツ丸太6本を使用した。丸太の曲率にあわせた曲線木取りで幅115mm、厚さ42mmに挽き材し、12枚の挽板を得た。挽板は圧縮（圧縮圧は約1.2kgf/cm<sup>2</sup>）して高温乾燥（乾球温度110℃、目標含水率15%）し、製材後、乾燥後および乾燥後10週目までの養生中の反り・曲がり・含水率を測



第5図 挽板の反り分布

凡例：▨：製材直後，■：乾燥後

Fig.5. Distribution of bow of curve-sawn lumber.

Legend : ▨ : After Sawing ; ■ : After Drying

定した。

各挽板の反りの最大矢高は第5図のように分布しており、製材直後では平均27.4mm（最大50mm）だった。圧縮・高温乾燥することで反りが減少し、最大矢高の平均は8.6mmとなった。

これら挽板の約9割は、枠組壁工法構造用製材の日本農林規格において反りが「軽微であること」とされる甲種枠組材特・1級、および乙種枠組材コンストラクション規格に適合した。乾燥後の養生期間において、著しい反りの変化はみられなかった。

（平成10～11年度）

（製材科，乾燥科）

## II.1.7.2 木材・金属複合パイプ製造機の開発

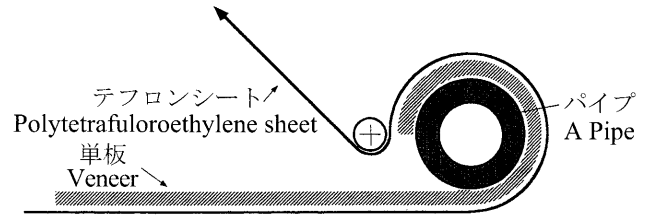
### Development of Veneer Winding Machine for the Manufacturing of Wood-metal Composite-Pipe

木材・金属複合パイプはもともと幼児の遊具用に開発された材料であるが、多くの特長があるため、様々な用途に使われようとしている。たとえば、握りやすい太さでも強度があることから遊具や福祉住宅の手すり、内部が中空の特長を生かしてフロアスタンドやパソコンラック、湿度が変化しても変形や曲がりがない特長を生かしてカーテンレールなどが考えられ、一部は試作されている。このように用途が多い木材・金属複合パイプであるので、実用化が期待されている。現時点ではすべて手作業で巻き付け作業を行っているが、実用化するためにはこの工程を機械化する必要がある。そこで、平成9年度 of 木材・金属複合パイプ製造機プロトタイプ of 経験を生かし、より実用機に近いものを開発することとなった。

なお、本課題は北海道科学技術振興財団（ホクサイテック）からの受託事業であり、基本設計は林産試験場、細部の設計と製作は中央精工（株）が担当した。

今回の木材・金属複合パイプの開発に当たり、以下の点を考慮した。

- ・巻き付け方法は平巻式
- ・長尺物にも対応
- ・清掃とメンテナンス
- ・作業性
- ・安全性



第6図 木材・金属複合パイプ製造機のメカニズム  
Fig.6. Winding Mechanism of Wood-metal Composite-pipe Manufacturing Machine.

第6図に今回開発した木材・金属複合パイプ製造機の動作原理を示した。それぞれの部品、部材の動きは巻き寿司を作るときの様子をイメージすれば理解しやすい。つまり、ベルト（<sup>す</sup>のりの子）で押しつけながら、单板（<sup>のり</sup>海苔）をパイプ（<sup>す</sup>ご飯）に巻き付けていく方法である。今回の設計上、もっとも重要なポイントは開口部をいかに狭くするかであった。本試作機のモデルとしたのは紙管製造機であるが、紙管ではこの点については全く考慮されていない。これは原料となる紙と単板の反発力の強さが異なるためである。開口部を紙管製造機と同じように広くすると単板の巻きはじめ部分がここで反発し、巻き取りがまったくできないか、あるいはできたとしても弛みができ、不良品となる。開口部を狭くするためには押さえ棒の寸法を細くしなければならないが、そうすると長尺になるに従いたわみが大きくなる。そこで今回はベルトのテンションを弛めること、押さえ棒をさらに上から押さえる装置（当てバーと呼ぶ）を付けることにより解決した。このようにして開口部を広くすることなく、同じメカニズムで長尺物用製造機も製造可能になると思われる。

9年度に製造した機械は一般的なエンドレスベルト方式であったが、今回は清掃とメンテナンスを考え一方向巻き取り式とした。ベルトには接着剤のつかないテフロンシートを用い、長さは十分な長さとした。これは製造過程ではみ出してベルトに付着した接着剤が硬化する時間を稼ぐためである。このようにした結果、ベルトを巻き戻す時点では硬化した接着剤が自然に剥がれ落ち、清掃の手間を大幅に低減できるようになった。

第7図に今回試作した木材・金属複合パイプ製造機の全体を示した。主な性能、特徴は以下のとおりである。



第7図 試作した木材・金属複合パイプ製造機

Fig.7. A Trial Machine for the manufacturing of wood-metal Composite-pipe .

製造可能長さ：最大1.8m

製造可能太さ：2.5～5.0cm

巻き取り時間：可変

作業台：傾斜方式

巻き取り時間に関しては、現時点では1本あたり数分かけているが、将来的にはこれを1本あたり数秒程度にまで上げる必要がある。これは十分可能と考えられる。

今後は、接着剤塗布工程や固定・乾燥工程なども含めた木材・金属複合パイプ製造全体のシステムを設計していく予定である。

(平成10年度)

(化学加工科)

## II.2. 生産工程の合理化

### Rationalization of Manufacturing Processes

#### 2.2.1. 製材工程の令理化

Rationalization of Sawing Process

平成10年度取り組み研究テーマなし。

#### 2.2.2. 乾燥工程の合理化

Rationalization of Drying Process

##### 2.2.2.1 広葉樹乾燥材の品質管理方法の検討

Quality Control of Kiln-dried Hardwood Lumber

家具やクラフト製品の要求性能に応じた乾燥材の品質管理方法を明らかにするため、広葉樹乾燥材の管理方法と使用状況の調査を行った。平成10年度は、広葉樹乾燥材を使用した製品製作現場での実態調査を実施し、実用的な品質管理の方法を検討した。調査を行ったのは、旭川および札幌近郊の家具製造メーカー（71社）である。

##### (1) 調査項目

入手した材料の天然乾燥場・保管場での管理方法

乾燥スケジュールの調査

加工工程における管理方法

仕上げ後における製品の管理方法

納品場所までの輸送方法

##### (2) 調査結果

について、家具材の入手方法は大きく分けて二つある。一つは、乾燥材を製材メーカーより購入する方法、もう一つは、生材に近い製材を天然乾燥した後、自社の乾燥装置で人工乾燥する方法である。前者では、購入した材料を屋根のある倉庫や工場内に置いている。木材はたとえ人工乾燥によって適切な含水率に仕上げられていても、気温や湿度の変化によって材中の水分の出入りは必ずあるので、倉庫に置く場合には一度乾燥させた材料が再び吸湿しないようにする必要がある。そのためには、倉庫や乾燥材置き場の床下は湿気を帯びないように施工して必ず床を張り、その高さもある程度高くして吸湿しないように配慮しておくことが必要であるが、現実的にはこれらの処置はほとんどなされていなかった。ほとんどの場合、倉庫内では台あるいは木材を下部に置いて、その上に購入した材料を載せておくことが多かった。一方、購入した材料を工場内に置いておく方法は、加工工程に入るまでの期間に工場内の温湿度雰囲気と木材を適応させておけるというメリットもあって、ベターな方法と思われた。

第2表 天然乾燥の期間  
Table 2. The period of air-drying.

天然乾燥期間 Period of air-drying	6か月以内 Under 6 months	7か月～1年 7-12 months	1～2年 1-2years	2年以上 Over 2 years	合計 Total
企業数 Number of companies	17	6	2	1	26
割合 (%) Ratio	65.4	23.1	7.7	3.8	100

後者の場合、はじめに自社のフィールドで天然乾燥することになる。今回の調査対象71社中で自社で人工乾燥を行っているところは26社で、全体の37%である。そのうち、主要な材料の天然乾燥に7か月以上（夏期は必ず含む）かけている企業は9社で、全体の約35%と比較的少ない（第2表）。このことは、主に最近の景気の悪化とともに、天然乾燥に必要とされる広大なフィールドと大量の原材料を置いておくために不可欠な回転資金の維持が困難になっていることと関係しているものと思われる。

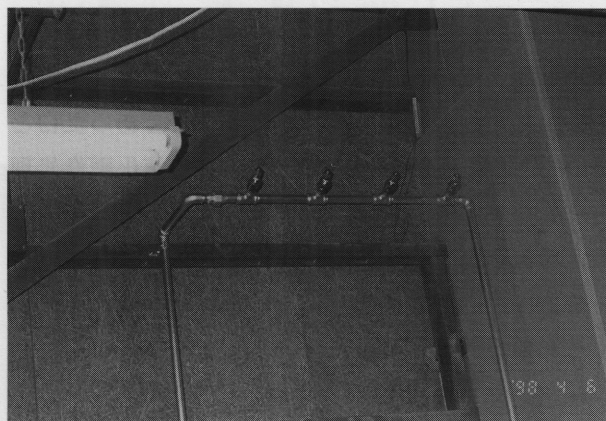
②について、乾燥スケジュールの設定方法は、多くの場合、はじめに乾燥装置メーカーからのアドバイスに沿ったスケジュールをもとに稼働させ、その後各乾燥装置に適するように乾燥条件を自社で工夫している。ただし、日々のスケジュールの管理は1～2名のボイラーマンに委ねられているケースが非常に多く、最近ではボイラーマンの業務内容が多岐にわたっているため、乾燥装置の管理に費やす時間が不足ぎみで、必ずしも適正ではない温度条件になっていることもあった。

③について、加工中の材料の管理方法としては、

- ・暖房設備の近くに材料を長時間置かないこと
- ・工場内に水をまいたり、蒸気を噴霧することで、加工場内の平衡含水率を上昇させる（第8図）
- ・加工場に2～3日以上放置される材料がある場合や一日の作業終了後に、工場内の材料にシートをかけておき、乾燥した空気に直接接触しないようにする

などが効果的な方法であった。

④について、出荷までの期間では、製品の保管場所の温湿度環境に対する配慮はほとんど行われていない。保管場所が展示販売の場所を兼ねている場合には、担当者間での保管方法や暖房方法に関する打



第8図 工場内での蒸気噴霧  
Fig.8. Steam-spraying in the factory.

ち合わせが必要と思われた。

⑤について、納品場所までの輸送方法では、多くの企業が家具専門の輸送会社を利用しているが、輸送中の損傷に対するクレームは材料の狂いによるものより多いことがわかった。これについては、集荷システムの見直しが必要と思われた。

人工乾燥での調湿処理については、例えば50mm厚さの広葉樹材で24～48時間程度を目安に考えてきたが、特に天然乾燥の期間が短い場合、条件（設定温度、時間）の見直しが必要と考える。

（平成9～10年度）  
（乾燥科）

## II.2.3. 集成材製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Laminated Wood

### II.2.3.1 集成材ラミナの欠点除去技術の開発

Development of Defect Removal Technology for Laminated Wood Strips

集成材用ひき板は一般に熟練者が目視によって、節・腐れ・変色・割れ・曲り・ねじれ等の欠点を判

断し、除去している。近年はひき板を採取する原木の低質・中小径化に伴い、欠点除去工程の作業能力の向上が期待されている。

このため、集成材製造コストの削減を図ることを目的として、これらの欠点の検出、認識、除去を自動的に行う機械装置について、平成8年度から3年間にわたり研究を行った。

8年度は、主として製材・乾燥を終了した後の<sup>ほうさく</sup>鉋削していないひき板の表面欠点の検出方法について検討した。欠点の認識にはグレー処理による画像解析を採用した。グレー処理は、従来主流であった白と黒の2色の情報に基づいて認識する2値化画像処理とは異なり、その中間の灰色部分の情報も加えて認識することを特徴としている。

構造用集成材のひき板については、節の径を検出する必要があることから、グレーサーチによるパターンマッチング処理を行った。その結果、エゾ・トドマツ材の場合はさまざまな形状の節について、そのほとんどを検出することができた。しかし、カラマツ材の場合は節の形状によって検出に難易が生じ、真円に近い物は容易であったが、長楕円形状のものはやや難しかった。

造作用集成材のひき板については、欠点部分を幅方向に鋸断して除去すると想定し、送材しながら幅方向の直線上に欠点部分があるかどうかを判断する手法を用いた。

ミズナラ材を用いて試験を行った結果、ほとんどの節、腐れとも検出が可能であったが、栈木跡等を欠点として誤認識する場合もあった。

9年度はひき板の節、腐れ、変色等の欠点を連続的に認識する方法および認識結果に基づき欠点除去を連続的に行う方法について検討した。

欠点認識はトドマツ材を用いて、欠点の中で特に節を取り上げ、それらが存在する材面上の位置や形状の認識方法を検討した。その結果、存在位置の数値化はできたが、節の形状を認識するためのソフトウェアはさらに改善が必要であった。

ひき板の欠点を連続的に認識する方法について検討した結果、試験材を一方向に送材しながら一定間隔の画像処理を連続的に行い、全長にわたる測定が

終了した時点で全体の欠点部分を確定する方法が最適と判断された。また、最高処理能力については送材速度が25m/minでは20cm間隔での測定が限界であった。欠点除去を連続的に行う方法については、指示した切断位置への材料の移動を問題なく行う事が出来た。

10年度は、造作用集成材のひき板を対象に欠点認識の高精度化と、構造用集成材のひき板を対象に認識速度の高速化について検討した。

前者のひき板にはアフリカ産広葉樹材を用いた。供試材は上下面を鉋削した後、幅100~150mm、長さ585~648mm、厚さ20~32mmの43枚とした。

その結果、肉眼ではなかなか認識することが困難な直径1mm程度の虫穴（ピンホール）が確実に検出できることが分かった。

また、欠点のうち、腐れ、死に節、入り皮、虫穴は照明条件（照度、照射角度、照明むら、外乱光など）や欠陥度の判定値が多少ラフでもほぼ検出できたが、生き節、割れおよび変色の検出は、照明条件や欠陥度の判定値によってかなり影響を受けることが分かった。

なお、43枚の試験材中39枚の試験材については、すべての欠点部分と健全部分を明確に識別できたが、削り残しにより製材時の鋸目が残っている部分、節によってもたらされた繊維傾斜の乱れ、小さく軽微な変色、道管の密集部分等において誤検出があった。

認識速度の高速化については、これまで1画面の画像処理ごとに行っていた欠点の位置や欠陥度合いの判定処理を、一枚のひき板の測定終了後に行うように処理ソフトを作り直し、また、これまでは計測位置をロータリーエンコーダの数値データとして読み取っていたものを、カウンタに積算させて一定距離ごとに信号を発生させ、その信号のタイミングで画像処理を行う方法に変更した。この結果、これまで26m/minの送材速度にしか対応できなかった処理速度が42m/minの送材速度にまで対応することが可能となった。

(平成8~10年度)  
(機械科, 加工科, デザイン科)



## II.2.4. 合板製造工程の合理化

### Rationalization of Manufacturing Process for Plywood

#### II.2.4.1 道産低質広葉樹材からの合板・LVLの製造試験

##### Manufacturing of Plywood and LVL Using Lower Grade Domestic Hardwood Log

道産広葉樹材は、その優れた材質と柾目から家具、建具、内装材など様々な用途に使用されてきた。しかし、優良材は減少の一途で、低質化、小径化が著しく、低質材の有効利用は北海道の林業、林産業界にとって課題の一つである。また、ここにきて低質材の用途の一つであったパルプチップが輸入チップにとって替われ、低質材の新たな用途開発が求められている。そこで、今回、道産低質広葉樹材から合板・LVLを製造した。

#### (1) 供試原木

供試原木を第3表に示す。等級はすべて4等材である。原木の選択にあたり、特に樹種、長さ等は指定しなかったが、今回の試験ではベニヤレースで単板を切削するので径級は20cm以上とした。これらの原木は1mに玉切り後、単板切削に供した。

#### (2) 製造した合板・LVL

現在製造されている合板の多くは幅90cm、長さ

180cmであるが、今回は長さ90cm、幅90cmの正方形の合板を製造した。この寸法にしたのは、低質材では長くて形状の良い原木を期待できないこと、正方形で、しかも等厚構成にすれば1種類の単板で何プライの合板・LVLでも製造できるからである。

また、この方法で3プライ合板を製造するとき、表板が1/3採取できれば1/3を裏板に、1/3を心板にして合理的に能率良く合板が製造でき、歩留まりの向上にもつながると考えたからである。今回製造した合板・LVLの厚さ、単板構成を第4表に示す。

#### (3) 単板歩留まり

1.4, 1.9, 2.5mmの3種類の厚さの単板を切削し、生単板歩留まりを測定した。クリップでの裁断基準は、普通合板のJASの裏板とした。

生単板歩留まりを第9図に示す。この値は1mの玉切り材からの歩留まりである。各厚さごとに測定したが、大きな差が無かったので3種類の厚さの平均値で示した。樹種により多少の差はあるが、ナラを除き45～50%であった。

第10図に乾燥後の単板の表板と裏板の比率を示す。シナ、カバは表板が1/3近く採取できたが、他の4樹種の表板の割合は30%以下であった。

#### (4) 合板・LVLの製造方法と接着性能

水性高分子ーイソシアネート系木材接着剤（以下水ビという）を使用して冷圧で製造する方法を試み

第3表 供試原木  
Table 3. Logs for test.

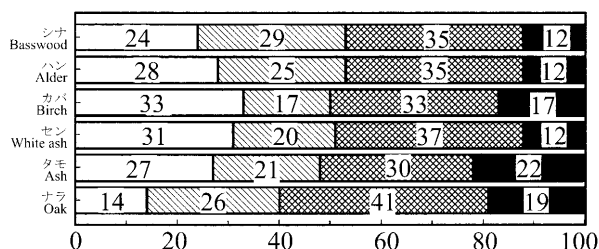
樹種 Species	長さ (m) Length	径 (cm) Diameter	本数 Number	材積 (m <sup>3</sup> ) Volume
シナ Basswood	2.0～2.6	20～30	11	1.543
ハン Alder	2.4	22～30	10	1.516
カバ Birch	2.4～2.7	20～26	13	1.595
セン White ash	1.8～2.6	20～28	11	1.517
タモ Ash	2.4～2.6	22～28	9	1.452
ナラ Oak	2.4～2.6	22～30	9	1.672

注：等級は4等材

Note : Logs for test are grande 4

第4表 製造した合板・LVL  
Table 4 . Plywoods and LVL manufactured in this experiment .

種類 Manufacture	厚さ Thickness	単板構成 Veneer construction
合板 Plywood	4mm	1.4mm×3プライ ply
	5.5mm	1.9mm×3プライ ply
	12mm	2.5mm×5プライ ply
LVL	12mm	2.5mm×5プライ ply



第9図 生単板歩留まり

凡例：□：ワンピース, ▨：小幅単板, ▩：規格外単板, ■：むき心  
Fig.9. Yield of green veneer.

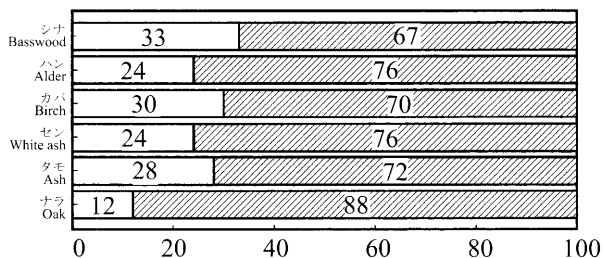
Legend : □ : one-piece veneer ; ▨ : non one-piece veneer ; ▩ : cull veneer ; ■ : core

た。水ビの特長は短時間の圧縮で解圧できることである。この特長を生かして合板用の7段プレスを用いて下記のような方法で製造した。

まず最初に接着剤を塗布して仕組んだ数枚の合板・LVLを1段目に挿入・圧縮する。この圧縮中に次の数枚を塗布・仕組んでおく。一定時間圧縮後解圧し、2段目に挿入・圧縮する。この間に次の数枚を塗布・仕組んでおく。一定時間圧縮後解圧し、3段目に挿入・圧縮する。これを順次繰り返し、必要な圧縮時間到達した段から取り出し次の合板・LVLを挿入・圧縮する（この方法を間欠圧縮方法と呼ぶ）。こうすれば熱圧は必要ではなく、連続的に合板が製造できると考えたからである。

間欠圧縮方法で製造した合板・LVLの接着性能を、合板はJASの温冷水浸せき試験、LVLは2類浸せきはく離試験により測定した。

その結果、散孔材では合計の圧縮時間が20分（4分×5回）、環孔材では30分（6分×5回）で2類に合格す



第10図 乾燥後の単板の表板と裏板の比率

凡例：□：表板, ▨：裏板  
Fig.10. Ratio of face veneer and back veneer after drying.

Legend : □ : face veneer ; ▨ : back veneer

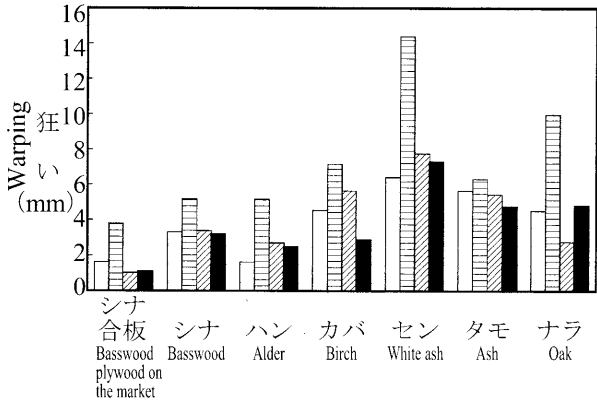
る性能が得られた。散孔材と環孔材で差があるのは、環孔材は単板の狂いが大きいこと、および反接着性能が劣るからである。

(5) 合板の狂いについて

等厚3プライ構成にすると狂いが大きくなる心配がある。そこで4mmと5.5mm厚さ合板の狂いを測定した。合板を平らな台の上に置き、4角と長さ、幅の中央部の合計8点の台とのすき間を測定して狂いとした。製造1日後と、棧の間に立てかけて1か月間試験棟内に放置した後の2回測定した。なお、比較のために普通のシナ合板（表裏はシナ単板、心板はラワン単板）も測定した。

第11図に結果を示す。図の値は測定した8点の平均値である。実用上はこの数値が5~6mm以下であればほとんど問題にはならず、10mm以上になるとかなり問題になると考えられる。

いずれの樹種もシナ合板と比べると大きい値を示



第11図 合板の狂い

凡例：□：4mm-1日後，▨：4mm-1か月後，  
▩：5.5mm-1日後，■：5.5mm-1か月後

Fig.11. Warping of plywood.

Legend：□：4mm-after one day；▨：4mm-after one month；  
▩：5.5mm-after one day；■：5.5mm-after one month

したが、10mm以上の値を示したのはセン、ナラの4mm合板の1か月放置後だけであった。なお、今回は栈の間に立てかけて放置したが、実際には堆積して保管されるので、このような大きな狂いは生じないものと考えられる。

(6) まとめ

道産広葉樹6樹種の低質材から、カットサイズ合板と呼ばれる長さの短い合板・LVLを製造した。その結果は以下のとおりであった。

- ① JASの普通合板の裏板の基準で裁断した生単板歩留まりは、ナラを除き45～50%であった。  
この単板の乾燥後の表板の比率は、シナ、カバでは30%以上あったが、その他の樹種では30%以下であった。
- ② 水ビを用いて、間欠圧縮方法で合板・LVLを製造し接着性能を測定した。合計の圧縮時間が20～30分で2類に相当する接着性能が得られた。
- ③ 等厚3プライ構成の4mmと5.5mm厚さ合板の狂いは、普通のシナ合板よりは全体に大きかったものの、実用上で問題となるような狂いは一部だけであった。

(平成10年度)  
(合板科)

II.2.4.2 信頼性の高い針葉樹構造用合板の開発 (林野大プロ)

Development of Softwood Structural Plywood Warranted Strength Properties

今後北海道内の人工林からはカラマツ、トドマツ材の大径材が多量に生産されることが見込まれている。これらの原木の有用な用途として構造用合板がある。構造用合板は、近年着実にラワン合板から針葉樹合板への転換が進められてきた。また、構造用合板のJASは、今までのラワン合板を対象としたものから針葉樹合板に適応できるようにするため、改正が予定されている。

構造用合板の需要を拡大するためには、合板の強度を保証し、信頼性を高めることが必要である。合板の強度には単板構成が大きく影響するが、製造効率が良くJASの強度性能を満たす単板構成を見いだす必要がある。そこで、平成10年度は道産カラマツ材について、単板品質および単板構成と合板強度の関係について検討した。結果は以下のとおりであった。

(1) 単板品質と合板強度との関係

3mm厚さの単板を用いて、単板のヤング係数、比重を測定し、第5表に示すように3等級に区分し、各等級ごとに3プライ、5プライ合板を製造した。また、3mm厚さの単板でJASに規定される等級に従ってA-C、B-C、C-C、D-Dの4種類の3プライ合板を製造した。製造した合板について強度性能試験(曲げ試験、面内せん断試験、釘接合せん断試験)を行った。

試験の結果、合板のヤング係数、曲げ強さ、釘耐力性能においては、単板のヤング係数、比重の各等級間で有意差が認められた。合板の面内せん断強さにおいては、単板比重の各等級間で有意差が認められたが、単板のヤング係数の各等級間で有意差は認められなかった。また、JASの単板等級と合板の強度性能の間には、一定の傾向は認められなかった。

(2) 単板構成と合板強度との関係

単板のヤング係数が第5表の中位の単板で、3mm単板を用いた等厚構成の合板(3プライ、4プライ、5プライ、6プライ、7プライ、8プライ、9プライ)および2.4mmと3mmの2種類の厚さの単板を用いた合板(5プライ、7プライ、9プライ)を製造した。製造した合板について、強度性能試験を行い、単板構成と

第5表 単板のヤング係数と比重の区分  
Table 5. Classification of veneer by young's modulus and specific gravity.

等級 Grade	ヤング係数(×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> ) Young's modulus	比重 Specific gravity
上位 High	140~112	0.65~0.60
中位 Middle	112~96	0.60~0.55
下位 Low	96~70	0.55~0.50

合板の強度性能との関係を調べた。また、合板のヤング係数の計算値を求め、実測値との相関を調べた。

試験の結果、すべての等厚構成の合板は0度方向のヤング係数で85(×10<sup>3</sup>kgf/cm<sup>2</sup>)以上、曲げ強さで390(kgf/cm<sup>2</sup>)以上の性能が得られた。単板の断面2次モーメント比から算出した合板のヤング係数の計算値と、合板のヤング係数の実測値との間には高い相関関係が認められた。

(平成10~11年度)

(合板科)

#### II.2.4.3 内装用針葉樹合板の製造

##### Manufacturing of Interior Softwood Plywood

近年、合板用原木は熱帯材の枯渇、資源保護から、針葉樹への転換が進められている。構造用およびコンクリート型枠用に使用される比較的厚い合板については、針葉樹材への転換がある程度進んできた。しかし、内装に使用される薄い合板は、表面単板の抜け節、製品の反り狂いの問題から実用化に至っていない。そこで、内装用針葉樹合板の開発のため、製造過程での表面単板の抜け節の防止について検討した。平成10年度はカラマツを用いて試験を行った。

抜け節の検討は、抜け節の発生が多い単板乾燥時において、単板厚さ、仕上がり含水率について行った。また同時に、抜け節防止のため、乾燥前の単板の死節表面に接着剤を塗布する方法と、単板を合板

の上に載せてドライヤーに通す方法を検討した。なお、抜け節の評価は以下の式によって得られる抜け節率により行った。

抜け節率(%) = (抜け節の数/全死節の数) × 100  
単板仕上がり含水率については、含水率10%以上ではほとんど抜け節は発生しなかった。含水率5~10%まで乾燥させると、若干抜け節の発生が多くなり、含水率5%以下では、大幅に抜け節が増加した。これらの傾向は、単板の厚さや節の大きさに関係無く認められた。

単板の厚さについては、単板が厚くなるにしたがい、抜け節が少なくなる傾向が見られた。単板を全乾まで乾燥した時点での、抜け節率は単板厚さ0.8mmでは53%、厚さ1.6mmでは30%、厚さ2.4mmでは15%、厚さ3.2mmでは12%だった。

乾燥前に単板の死節表面に接着剤を塗布する方法は、単板を全乾まで乾燥した時点において、無処理の単板は抜け節率53%に対し、接着剤塗布した単板は3.8%と大幅に減少した。一方、合板を下に敷いた単板は25.4%であり、若干の効果が見られた。

上記の試験結果を考慮し、3プライのカラマツ合板を試作した。

仕上がり含水率が高い単板を使用した合板は、製品の反り狂いが大きくなる、干割れが多くなる等の問題が認められた。また、合板の単板構成と反り狂いの関係を検討するために、表裏単板の厚さを1.6mmとし、心板を1.6, 2.4, 3.2, 4.0mmの4種類に変えた3プライ合板を製造し、反り狂いを測定した。その結果、心板が厚さ1.6mm, 2.4mmでは反り狂いが大きくなり、3.2mm以上では厚さが大きくなるにしたがい、反り狂いは小さくなることが認められた。

また、試作合板は以上の製品のほかに意匠性を考えて、表面単板を羽目板調にした製品、アンモニア処理をした製品を製造した。

(平成10年度)

(合板科, 化学加工科)

2.5. 成形板製造工程の合理化  
Rationalization of Manufacturing Process for Board

2.5.1 構造用木質ボードの寸法安定性の改善に関する研究

Improvement in Dimensional Stability of Structural Boards

近年、構造用合板代替材料として、構造用木質ボードが注目され、特に寸法安定性に対する要求性能が高まっている。しかし、現状では、構造用合板並みの寸法安定性は得られていない。

そこで、平成8年度は、北海道産トドマツと札幌近郊の建築解体材を原料とした日本型OSB（表層：トドマツストランド、心層：解体材パーティクル）について、小型試験体で寸法安定性（主に吸水厚さ膨張率）の改善を検討した。その結果、熱圧条件による厚さ方向の密度分布の制御やイソシアネート接着剤など、近年注目されている新しい技術により、生

産性とコストを考慮しつつ、高い強度性能と寸法安定性を付与することができた。

10年度は、日本型OSBの中で、表・心層ともに無配向のものをストランドとパーティクルによるストランド・パーティクルボード（SPB）とし、小型試験体での結果をもとに、90cm角の実大試験体で検討を行った。また、線膨張率を測定し、寸法安定性を改善した構造用木質ボードとしての総合評価を行った。実大試験体の製造条件を第6表に、性能試験結果を第7表に示す。第7表より、SPBは、目標とした寸法安定性について構造用合板同等以上の性能が得られた。また、総合的な性能で競合品同等以上の性能が得られた。これらの結果から、北海道産トドマツと札幌近郊の建築解体材を原料としたSPBは、木質ボードの中で最も需要の多い構造用下地材などとして十分使用可能であるといえる。

（平成8，10年度）

（成形科）

第6表 製造条件

Table 6. Manufacturing condition of structural boards.

原材料 Raw material	表層：トドマツからのストランド Surface layers : Todomatsu ( <i>Abies sachalinensis</i> ) strand 心層：建築解体材からのパーティクル Core layer : Recycled waste wood particle
設定 Target	層構成：表層：心層：表層 Construction of boards : Surface : Core : Surface = 1 : 4 : 1 (重量比) (Weight ratio) 密度： 650kg/m <sup>3</sup> Density : 寸法： 900×900×12mm Size :
接着剤 Resin	MDI Methylene diphenyl diisocyanate
接着剤添加率 Resin content	6% (全乾木質重量比) (Based on oven-dry Weight of wood)
ワックス添加率 Wax content	0.5% (全乾木質重量比) (Based on oven-dry Weight of wood)
フォーミング Forming	手まきで無配向 Non-oriented by hand forming
マット含水率 Moisture content of forming mat	表層： 12~13% Surface layers : 心層： 7% Core layer :
熱圧条件 Pressing	170°C, 4 分間 min.

第7表 性能試験結果 (JIS A 5908に準拠)  
Table 7. Properties of boards (According to Japanese Industrial Standard).

	S P B Type 1 <sup>1)</sup> Manufactured SPB	S P B Type 2 <sup>2)</sup> Manufactured SPB	市販品 Commercial boards		
			国産構造用合板 (ラジアータパイン) Structural plywood (Radiata pine)	輸入OSB (アスペン) OSB (Aspen)	国産パーティ クルボード (Pタイプ) Particleboard (P type)
密度 Density (kg/m <sup>3</sup> )	610	625	570	640	750
IB <sup>3)</sup> (MPa)	0.93	0.98	1.28	0.41	0.81
DRY <sup>4)</sup>    <sup>5)</sup>					
MOR <sup>6)</sup> (MPa)	35.4	42.6	55.0	32.9	19.6
MOE <sup>7)</sup> (GPa)	4.26	4.56	6.4	4.8	3.0
DRY ⊥ <sup>8)</sup>					
MOR (MPa)			53.1	22.5	
MOE (GPa)			5.4	2.4	
WET <sup>9)</sup>					
MOR (MPa)	20.0	20.7	27.4	15.3	10.9
MOE (GPa)	2.26	2.38	4.1	1.7	1.4
WET ⊥					
MOR (MPa)			26.8	10.6	
MOE (GPa)			3.4	0.9	
TS <sup>10)</sup> (%)	5.1	3.2	5.2	16.8	3.9
LE <sup>11)</sup> (%)	0.056	0.060	—	—	—

注：1): 表層ストランド厚さ：0.5mm, 2): 表層ストランド厚さ：0.3mm, 3): はく離強さ, 4): 常態曲げ, 5): 長さ方向, 6): 曲げ強さ, 7): 曲げヤング係数, 8): 幅方向, 9): 湿潤曲げ (2時間煮沸+1時間常温水浸せき), 10): 吸水厚さ膨張率 (24時間常温水浸せき), 11): 線膨張率 (20℃・65%RH→20℃・90%RH)

Notes : 1): Strand thickness : 0.5mm ; 2): Strand thickness : 0.3mm ; 3): Internal bond ; 4): Bending strength under air-dry condition ; 5): Parallel to the surface ; 6): Modulus of rupture ; 7): Modulus of elasticity ; 8): Perpendicular to the surface ; 9): Bending strength under wet condition (2-hours boiling, 1-hour at ordinary temperature) ; 10): Thickness swelling (24-hours immersing at 20±1℃) ; 11): Liner expansion (20℃・65%RH→20℃・90%RH)

### II.2.5.2 高粘度接着剤用フォーミング装置の開発 (共同研究)

Development of Automatic Forming Machine for Making Urethane-Bonded Wood and Recycled Tire Rubber Panel

本研究は、需要が年々増加している大断面温水床暖房用ゴムチップパネル (厚さ22mm, 幅900mm×長さ900mm) の量産化を図るために、現在は、手作業で行っており、製造上ネックとなっているフォーミング工程の自動化を図ることを目的に行ったものである。

研究は2年間にわたり、混合原料供給・フォーミング・接着剤除去の各機構の検討、装置の設計と試作、

ならびに試作装置による製造試験と試作パネルの性能評価まで、一連の流れに沿って実施された。

平成9年度は、手作業の工程上における問題点の把握、接着剤除去方法の検討およびフォーミング機構の検討を行った。作業工程を自動化するにあたって、混合原料を分散させて堆積する必要があること、装置に付着する接着剤は、混合装置、成型型枠等をテフロン樹脂で被覆するか、あるいは接着剤が直接機器に接触しないようにシリコン系またはテフロン系のグリスで塗膜を形成することが除去・付着防止の具体的な対応策となることを明らかにした。またフォーミング機構に関しては、振動法、および掻き均

し法の両者による実験を行った結果、掻き均し法が比較的簡単な機構であり、かつ密度の均一化が図りやすい方法であることを見出した。

10年度は、9年度までの成果をふまえ、実用化に向けた自動フォーミング装置の開発を行い、実際にパネルを連続生産し、このときの工程分析や製品の品質試験を行い、結果を総合的に評価した。また、フォーミングの前後の工程も含めたゴムチップパネル製造に関する一連の工程についても検討した。

結果をまとめると以下のとおりである。

(1) フォーミング機構を検討した結果、次のような機構の装置を試作した。

- ・ 混合原料はホッパにあらかじめ貯蔵し、ホッパ出口に設置された厚さ規制板により厚さを一定にし、ベルトコンベヤの搬送力により供給する。
- ・ 供給された混合原料はローラコンベヤ上を走行する型枠上に型枠高さよりも高く落下させる。
- ・ フォーミングは、回転スクリーにより規定厚さ以上の余分な混合原料を走行方向に対して横方向に移動させ、落下させる。
- ・ 落下した混合原料は回収してホッパに再び供給し、新たに供給される混合原料とともに利用する。

(2) 接着剤除去に関して、下記の結果が得られた。

- ・ 回転スクリー部分は、あらかじめコーティング剤を塗布しておくことにより、混合原料が付着してもシンナーに10分程度浸けておくだけで除去が可能であった。
- ・ ベルトコンベヤに関しては、あらかじめ離型剤を塗布すると混合原料の付着はほとんど見られなかったが、摩擦の低減により、ホッパ出口からの供給が安定しなかった。このことから、ベルト表面形状の工夫等の対策が必要である。

(3) 連続生産試験の結果、下記の結果が得られた。

- ・ 試作した装置はモータ動力、機構ともに大きな問題はなく、このまま手直しをすれば実用機としても十分活用可能であることが明らかとなった。
- ・ 工程分析の結果、フォーミングに要する人員は現行（人手）の6名に対し、この装置を用いると2名で済むことが明らかとなった。さらにフォーミング部分に限れば現行の1/3に時間短縮できることが分かった。

- ・ 試作パネルの外観調査の結果、アルミ放熱板の巻き込みやアルミ放熱板上のゴムチップの点在はほとんどなく、市販可能な品質であった。
- ・ 試作パネル重量は既成パネルに比べてわずかにバラツキが大きかったが、許容範囲内であった。厚さに関してはバラツキも小さく、すべて許容範囲内であった。温水パイプ溝端部およびパネル四隅の硬さについても、試作パネルは、既製パネル以上の性能を有していた。
- ・ 総合的品質評価では、試作パネルは既成パネルと同等以上の品質であった。

(4) 試作フォーミング装置での連続生産試験結果に基づいて、実用フォーミング装置の概念設計を行うと共に、現在の生産工程に実用フォーミング装置を導入した場合を想定した新しい生産工程の概念設計を行った。

(平成9～10年度)

(米田主任研究員，機械科，成形科，  
接着塗装科，サンフロア工業(株))

### II.2.5.3 電磁波遮蔽建材の開発

#### Development of Cement-Bonded Particleboard Having Electromagnetic Shielding Ability

パソコン、テレビ、携帯電話、電子レンジなど各種電気・電子機器から放射される不要電磁波が社会問題となっている。この電磁波障害の現実的防止策の一つとして、電磁波を発生する機器や障害を受ける恐れのある機器、さらには建物全体を電磁波シールド材料で覆うことが有効である。この電磁波シールド材料として、導電性材料（炭素繊維、金属箔など）を混合またはシート状で挿入した木質ボード（MDF、パーティクルボード、合板）、木質系材料の表面に金属を溶射被覆した建材の研究が行われているが、安価で軽量で難燃性を有する電磁波シールド建材（壁・天井用）はまだ開発されていないのが現状である。

本研究は、かさ比重0.24のコンクリート混和材（美瑛白土工業(株)製、商品名：タイセツバルーンC）を添加した軽量木片セメント板を基本に、セメントの強アルカリに耐える導電性材料として炭素繊維（CF）のチョップ（長さ3mm）、CF紙（重量30g/m<sup>2</sup>、

厚さ0.5mm), CF布(重量220g/m<sup>2</sup>, 厚さ0.6mm), 銅網(重量366g/m<sup>2</sup>, 線径0.18mm, 16メッシュ)を混入または挿入した板を製造し, その電磁波シールド効果, 強度性能, 寸法安定性能, 難燃性能を測定し, 安価で軽量で難燃性を有する電磁波シールド建材の可能性について検討したものである。このとき, 電磁波シールド効果の目標は, 事務所・電算センターや医療・放送・通信施設の性能の目安である30~60dBとした。なお, 同軸伝送線路法に自由空間法の要素を取り入れた同軸キャビティ管法により電磁波シールド効果(電界強度の減衰量)を測定した。

CFチップの混入板では, CF混入率10%(混入量約1120g/m<sup>2</sup>)においても, 目標とするシールド効果を達成することができなかった。一方, シート状の導電性材料の挿入板では, 電磁波シールド効果の目標値30~60dBを達成すること, 強度性能・釘耐力・寸法安定性能が安定して向上すること, 比較的安価なシールド材料であること, の3条件から試験結果を考察すると, CF紙を木片セメント板表面に一体成型したものが, 総合的に優れた難燃性電磁波シールド建材である, と結論付けられた。

(平成10年度)

(成形科, 耐久性能科, 美瑛白土工業(株))

#### II.2.5.4 木質廃棄物金属除去装置の開発

##### Development of Metal Remover from Waste Wood

建築廃材には, 鉄製の金具のみならず非磁性のステンレス, アルミニウム, 黄銅等の金属が混在している。これらの効率的な除去は, 建築廃材のリサイクルのために必要不可欠な技術である。現在, 種々の技術が開発されているが, いずれも解体材を破碎することにより木材中に食い込んでいた釘などを遊離させた後の金属除去技術である。一方, 建築廃材の用途に新聞用チップがある。新聞用チップの製造行程には, 破碎工程がなく非鉄金属が木片に食い込んだ状態で製紙工場へ供給されている可能性がある。

したがって, 製紙工程中, 解繊設備に損傷を与える一因となっており, より純粋な木質チップを得るための金属除去技術が望まれている。そこで本研究ではチップング後, 木質と遊離している金属の除去方法の検討, および木質に食い込んだ金属の検知方

法の調査を行った。

木質と遊離している金属除去の方法に関しては, 風力分離装置を試作して試験したところ, 木質と金属の比重差により分離することが可能であることを確認した。

木質に食い込んだ金属を検知する方法を調査した結果, 電磁波を利用した装置が広く普及していることが分かった。しかし, 歩留まりが低く, 水分による誤動作がある等の問題があり満足されない。X線異物検査装置を調査した結果, これまで市販されていたのは高価な輸入品であったが, 最近この半値程度で国産のX線異物検査装置が開発されたことが明らかになった。今後この方式が普及すると思われる。

(平成10年度)

(機械科)

#### II.2.6. 加工工程の合理化

##### Rationalization of Processing

##### II.2.6.1 木材加工表面の欠点評価基礎技術の確立

##### Establishment of Evaluation of Defect in Wood Processing

家具の製造工程では, 現在, NC加工やロボット研磨など高次加工の自動化が進んでいるが, 加工面の評価については, 依然として熟練者による判断に委ねられている。そこで, 品質評価や効率的な加工に利用することを目的として, 加工面を定量的に評価する方法について研究を行うこととした。平成10年度に行った内容は以下のとおりである。

(1) レーザーセンサーを用いた表面粗さ測定システムを開発した。使用したレーザーセンサーは, 分解能1 $\mu$ m, スポット径30 $\mu$ mである。製作した測定ステージの測定範囲は, 縦200mm×横100mmとした。センサー送り速度は, サンプル間隔1.57 $\mu$ mのとき3.14mm/secとなった。

(2) 広葉樹の加工表面の粗さには, 加工によって生じたもので欠点となる凹凸と, 道管によるもので欠点でない凹凸が混在している。それらを区別せずに粗さパラメータ(Ra, Rmaxなど)で評価すると, 実際の人による評価とはかけ離れてしまうため, 欠点となる凹凸と道管による凹凸を区別する必要がある。



そこで、得られた断面曲線のすべての凹部について形状を認識し、道管に似た形状と判定した凹部を除去するプログラムを開発した。

今後は、逆目ぼれなどの加工欠点を持つ表面について、このプログラムによる処理を行い、粗さパラ

メータを算出し、人が欠点と判断している粗さを定量的に評価していく予定である。

(平成10～13年度)

(加工科, 機械科)

## 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

##### II.3.1.1 輸入広葉樹材の利用実態調査

###### Investigation for the Utilities of Imported Hardwood

近年、広葉樹材においても、道産材を補完する形で、中国、ロシアからかなりの量が入ってきている。また、企業から「輸入した広葉樹材がはたして道産材と同様に扱えるかどうか」との技術相談も多く寄せられている。一方、行政としても輸入材の価格形成や利用実態など、実情が把握できていない。

そこで、輸入広葉樹材の利用実態調査および製材・フローリング・集成材工場の輸入広葉樹に対する意識、工場経営における位置づけを把握するために、アンケート調査を実施した。調査にあたっては製材、集成材、合板、家具業界向けに、調査用紙を作製した。

なお、現在アンケート調査の集計中である。

(平成9～10年度)

(経営科)

##### II.3.1.2 カラマツ大径材の利用方法の検討

###### Examination on Utilization of Karamatu Large Diameter Logs

北海道におけるカラマツ造林木の素材生産量は平成8年度以降、それまでの120万<sup>3</sup>m<sup>3</sup>未満から140万<sup>3</sup>m<sup>3</sup>台へと増加している。このうち、末口径が30cm以上の大径材は8年度3.0%、9年度4.3%となっており、その割合は今後、さらに、増加するものと考えられる。

9年度における素材の製材用途への出荷量は103万<sup>3</sup>m<sup>3</sup>と全体の72%を占める。しかるに、製材品の出荷

量のうち梱包用材・パレット用材が88%を占め、建築用材は2%台にすぎず、低付加価値用途にとどまっているのが現状である。

今後増大していくカラマツ大径材の付加価値の高い用途を開発するため、場内に「カラマツ大径材の利用システム開発委員会」を設置し、大径材に関する技術開発課題を検討することにした。技術開発課題の検討に当たっては、過去の研究蓄積・成果の中で不十分と評価されたものも含めることにした。

大径材に見合った今後の技術開発課題を次のように抽出した。これらの課題抽出にあたり林業・林産・建築を含む業界から7名の委員の参画を求め、その意見を反映させた。

下記の課題で(業界)と記載したものは業界の委員から提起されたものである。

- 1 製材品のJASに基づく等級区分
- 2 心去り材の乾燥技術(業界)
- 3 心持ち大断面材の乾燥技術(業界)
- 4 丸太および製材品の強度性能評価
- 5 副材として得られる羽柄材の乾燥材と未乾燥材の狂いに関する評価
- 6 心去り正角材の土台としての適合性の検討(業界)
- 7 乾燥材の釘打ち特性に関する評価
- 8 内装材の視覚的官能評価(業界)
- 9 構造用合板の製造条件の検討
- 10 構造用LVLの製造条件の検討
  - ① 乾燥単板として出荷する場合の条件整備(業界)
  - ② 連続積層に関する工程設計

- 11 無色の樹脂を注入する表面硬化技術の開発
- 12 蒸気による表面圧密化技術の開発
- 13 日焼け防止技術の開発
- 14 節を目立たなくする塗装技術の開発（業界）

これらの課題を関係部・科に提示し、11年度の施策検討課題として次の5課題を設定した。

- 1 心去り正角材および大断面梁材の乾燥試験
- 2 心去り正角材の防腐土台としての利用技術開発
- 3 製材品の強度性能評価
- 4 化学修飾による表面性能向上技術の開発
- 5 内装材の視覚的官能評価

（平成10年度）

（高橋主任研究員，米田主任研究員，  
葛西主任研究員，遠藤企画課長，古田研究職員）

### 3.1.1 製材業における作業システムの高度化に関する研究

#### Improvement of Working System for Saw-milling

週40時間制移行後、製材工場における生産量の低下は、企業の存続にかかる大きな問題となっている。生産性向上のためには、省力化・高効率な設備によるほか、現状の無駄を徹底的に把握し管理する必要がある。

そこで、現場作業状況を各種手法により詳細に把握し、各企業に対し改善提案を行う。またこれを集積し、改善事例集・調査手法のマニュアル等を作成し、製材業界全体に普及させることを目的とする。

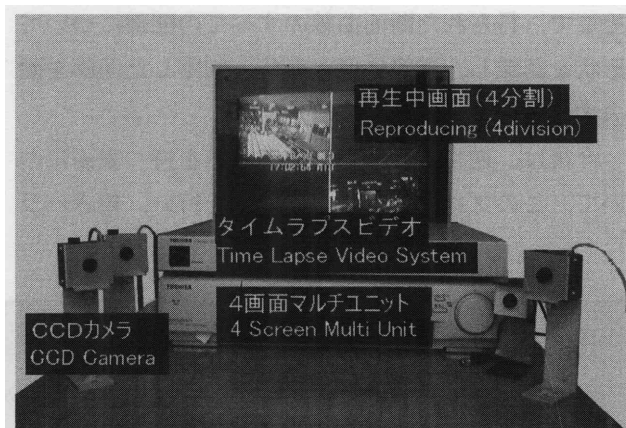
調査は、事前調査の上で決定した民間協力企業で行った。対象樹種別工場数は、針葉樹製材工場4社、広葉樹1社、カラマツ1社である。

調査人員・期間は機械構成により若干変動はあるものの、おおむね毎回4～6名の人員で4～5日を要した。

具体的な調査内容は以下のとおり。

- 1) 各装置に供給される形状別材の量把握とそこから出る材の量把握
- 2) ビデオ撮影によるワークサンプリング（第12図）。各装置における歩出し・鋸断時間等測定
- 3) 各作業員の歩行経路・移動距離の測定
- 4) 各作業員の作業・動作分類、それに伴う身体動

（平成10～11年度）  
（経営科，製材科）



第12図 観測装置

Fig.12. observation system .

#### 線観察

- 5) 停滞箇所の特定・量の把握と要因観察
- 6) 搬送・作業からみたライン全体のバランスの確認
- 7) 注文から製品出荷までの情報の流れの確認

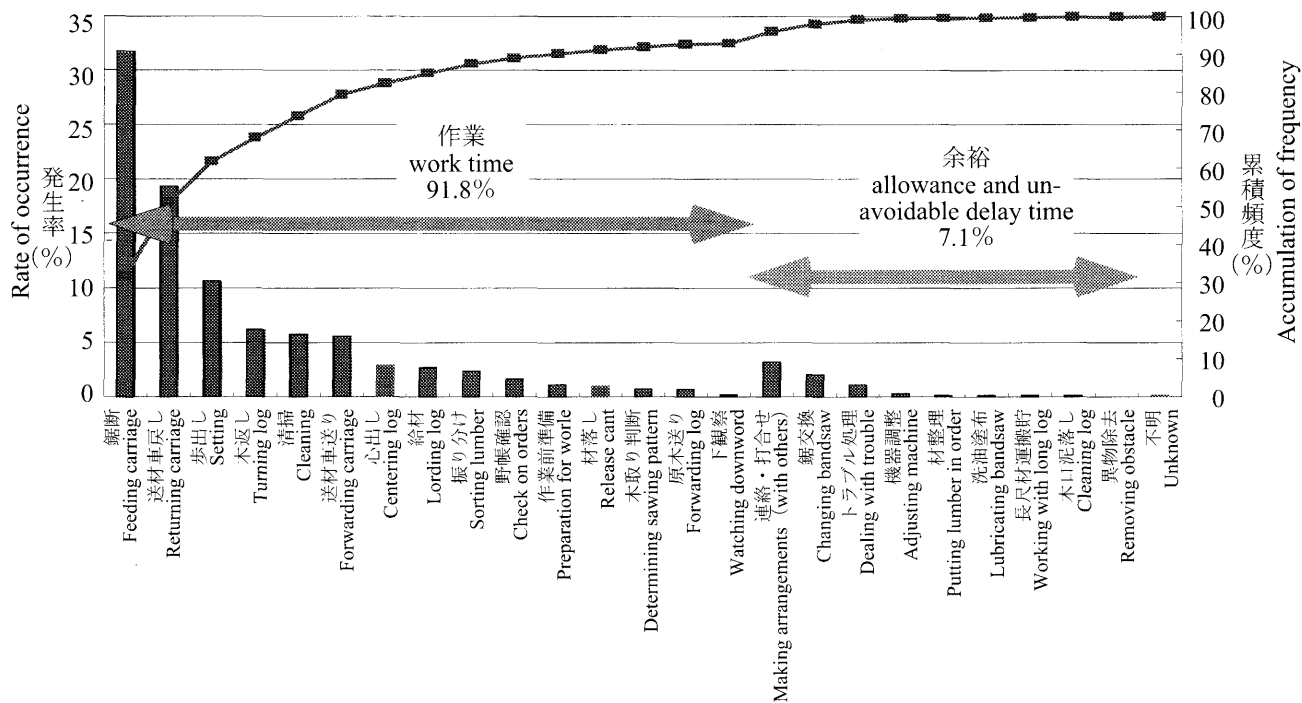
調査日程終了後、ワークサンプリングの集計をビデオにより行った。各企業の各装置における作業の割合は、おおむね85～90%の間であった。

第13図はある企業の本機オペレーターの作業時間の構成割合である。

鋸断時間の割合は30%を越しており、各社本機と比較しても平均的な値である。しかし、余裕の中で連絡打ち合わせには3.5%を要している。突発的な受注によるものもあったが、大半は下との連絡調整であった。必要不可欠だとしても、年間で考えると74時間分になる。これの削減は、特に本機の挽きたて量に影響してくる。このような現状を客観的にとらえ作業構成要素の構成比率の中で大きいものから、取り組むべき課題の発掘に役立つ。

また、このほかの企業あるいは、他の装置では非作業が同2～3%であった。

経営者は、感覚的にはその程度のあることは分かっているが、具体的な数値を持ち合わせていないため現場でに対する指導ができない状況があるが、これを明示できた。そのほか、前述調査に基づく問題点の指摘とともに、なるべく投資をしないですむ方向での改善案を各企業に提示した。



第13図 ワークサンプルによる作業分類構成比  
Fig.13. Pareto chart, occurrence of events by work sampling.

### II.3.2. 製造コストの低減化

#### Curtailment of Manufacturing Cost

#### II.3.2.1 小径木の正角材としての利用技術の開発

##### Production of Squares (Shokaku) from Small Logs

大径の優良天然木が減少し、またトドマツ人工林が間伐期を迎え今後小径の間伐材が多量に出ることが確実な状況下で、小径木を有効利用することは林業の活性化にもつながる重要な課題である。そこで、トドマツ小径木から柱用の心持ち正角材と集成材の製造試験を実施した。

##### (1) 心持ち正角材

心持ち正角材の製造における割れ防止を目的に、乾燥温度条件および背割りの有無について検討した。径級16~26cmのトドマツ原木から117mmの心持ち正角材を一丁取りし、半数を背割り材とした。乾燥は中温 (55~70℃)、中高温 (83~96℃)、高温 (90~110,130,150℃) の計5条件で行った。乾燥に際しては、狂い抑制のために棧積み上部より約2kgf/cm<sup>2</sup>の圧縮圧力を加えた (150℃条件のみ約4kgf/cm<sup>2</sup>)。

その結果、いずれの乾燥条件においても背割り材は無背割り材よりも割れが少なく、背割りによる割れの抑制効果が認められた (第8表)。しかし背割りは本州のスギでは多く取り入れられている手法であるが、北海道ではその習慣が無く、また背割りを入れる作業手間を考えるとこの方法が一般に受け入れられるのは現実的には難しいと思われる。無背割り材では、中温条件に比べて高温条件で抑制効果が認められた。内部割れについては背割りの有無を問わず、高温条件ほど顕著であった。

また曲げ破壊試験、圧縮強度試験を行ったところ高温条件ほど強度が低下する傾向が認められた。しかし最も高温で乾燥した試験体も含めほぼすべてが建築基準法で定められた強度 (曲げ強度: 225kgf/cm<sup>2</sup>, 圧縮強度: 180kgf/cm<sup>2</sup>) を上回った。

##### (2) 集成材

平成8年に「構造用集成材の日本農林規格」が新たに制定され、従来の規格では認められていなかった3層構成の柱用集成材の製造が可能となり、コスト削減への新たな道が開かれた。そこで3層構成柱用集成

第8表 表面割れ面積

Table 8. Area of surface checking.

(単位: cm<sup>2</sup>)

乾球温度 (°C) Temp.	中温条件 55~70	中高温条件 83~96	高温 90~110	高温 90~130	高温 90~150
無背割り材 Boxed heart	91.7	80.6	45.2	45.9	43.3
背割り材 Split	4.1	5.4	14.7	6.2	19.2

第9表 集成材の狂い

Table 9. Warps of laminated wood.

	反り (mm) Bow			曲り (mm) Crook			ねじれ (°) Twist		
	鉋削後 0month		1か月 1month	鉋削後 0month		1か月 1month	鉋削後 0month		1か月 1month
	平均 Av.	平均 Av.	最大 Max	平均 Av.	平均 Av.	最大 Max	平均 Av.	平均 Av.	最大 Max
3層 3-ply	0.74	1.29	6.5	1.16	0.94	3	0.35	0.70	1.63
5層 5-ply	0.58	1.17	4	0.88	1.33	3	0.47	0.44	1.21

材を製造し、その性能評価を行った。

(i) 製造試験

径級11~22cmの原木から41×115mmの寸法でラミナを製材し、乾燥(乾球温度110°C, 目標含水率15%), 鉋削(36×115 mm)後、目視および機械等級区分による分類を行った。作製したラミナから通しラミナのみを用い、JASに準じた同一等級構成集成材、さらに異等級のラミナ、規格外のラミナから構成される3層集成材を水性高分子イソシアネート系樹脂を使用して製造し、10.5cm角に鉋削仕上げを行った。

ラミナを等級区分した結果、3層の同一等級構成集成材に要求される目視区分3等以上のラミナは44.3%、機械区分でL80以上かつ材縁部の節径比が目視3等以上に相当するラミナは約35%であった。

製造した集成材の曲げ性能を調べるため集成材から270cmの試験体を調製し、スパン240cmで曲げ破壊試験を行った。その結果、JASに準じて製造した集成材は、すべての試験体が建築基準法、JASで定められている適合値を上回った。さらに規格外の集成材もほぼすべてがこの値を上回った。

(ii) コスト試算

集成管柱・梁を生産量3:7の割合で製造した場合のコスト試算を行った。その結果、3層用ラミナを使用した製品は、管柱87,000円/m<sup>3</sup>、梁92,200円/m<sup>3</sup>となった。5層管柱(127,572円/m<sup>3</sup>)と比較した場合、3層管柱は約7割の価格で生産可能であることが示された。

(iii) 狂い

3層の管柱は狂いやすいとのイメージが業界の中で定着していることから、管柱は5層構成にすることが一般的である。しかしコスト試算でも示されたように、3層の方がコストの点で有利である。そこで3層管柱、および比較対象として5層管柱を製造し、実際に狂いに差が認められるか、検討した。5層用のラミナは27mm厚で製材し、乾燥後21.5mmに鉋削した。今回の試験では、3、5層間で狂いの程度の差が明瞭に出ることを意図し、乾燥後養生期間を置かず<sup>めいりょう</sup>に鉋削・接着を行うというあえて狂いが出やすい条件下で集成材を製造した。製造後1週間ごとに1か月間狂いを測定した(第9表)。測定の結果、3、5層間で差

第10表 3層縦継ぎ集成材曲げ破壊試験  
Table 10. Bending test of 3-ply finger-jointed laminated wood.

	曲げ強さ MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 MOE (×10 <sup>3</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )	比例限度力 Proportional limit stress (kgf/cm <sup>2</sup> )
平均 Av.	424.4	110.7	355.0
標準偏差 S.D.	71.8	8.3	69.7
最小 Min.	264	96	142
最大 Max.	632	135	540

は認められず、3層でも性能上問題ないことが示された。

(iv) 縦継ぎ集成材

3層構成の集成材は目視等級区分で3等以上、機械等級区分でL80以上の同一等級のラミナで製造することがJASで定められている。しかし、(i)で示したようにJASに適合するラミナの割合は低く、製品歩留まりを考えた場合非常に無駄がある。そこで目視で4等以

下に相当する欠点を切断除去し、残りのラミナを目視3等とみなしてランダムに縦継ぎを行い集成材を製造した。また、このようにランダムに組み合わせた集成材の強度性能について調べるため、曲げ破壊試験を行った(第10表)。

既述の製造方法でラミナを製造し、目視で4等以下に相当する欠点を切断除去し、40cm以上のラミナについてランダムに縦継ぎを行った(フィンガー長12mm、ピッチ4mm)。接着後10.5cm角に鉋削仕上げを行い曲げ破壊試験を行った。

以上の結果、最終的な製品歩留まりは27.8%であった。比較のためにJASに準じて製造した場合を今回の試験データから試算したところ23.6%であった。このことから、今回試みた方法は歩留まり向上に効果があったといえる。

曲げ破壊試験を行ったところ、曲げ強さの平均値は424kgf/cm<sup>2</sup>、最も弱い試験体(264kgf/cm<sup>2</sup>)でもJASの基準値(225kgf/cm<sup>2</sup>)を上回り、強度的に問題ないことが明らかになった。

(平成7～10年度)

(製材科, 乾燥科, 加工科, 経営科)

## 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

##### Development of Utilization Technology of Wood by Chemical / Physical Method

#### Ⅲ.1.1. 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 Absorbent of Environmental Pollutants

電気炉加熱およびマイクロ波熱分解法により、環境汚染物質の浄化資材を開発し、間伐材を有効利用することを目的とした。平成9年度はカラマツの心辺材のファイバー、カンナくずおよびチップダストについて検討を行った。電気炉加熱ではカラマツファイバーもトドマツファイバーと同等の油吸着材となり得るが、ほかは油吸着能力が小さいことが明らかとなった。トドマツとカラマツのノコクズおよびトドマツファイバーをマイクロ波で熱処理し、油吸着材としての性能を調べた。この方法では、炭化むらが生じるが、得られた熱処理物は油吸着材として利用可能であることが示唆された。10年度は以下の3つの試験を行った。

(1) 種々の粒度のマイクロ波熱処理への影響について検討するため、トドマツ木粉を蒸発皿に入れてマイクロ波で熱処理した。その結果、ある程度粒度を細かくすることで、熱処理物の収率が低下したことから、試料の蓄熱性にその粒度が大きく影響していることが分かった。また、粒度が細かいほど、むらの程度が小さくなったことから、木粉のような粉体の場合、試料粒度を調節することで効率的にマイクロ波熱処理できることが分かった。

(2) トドマツ材ファイバー (9kgf/cm<sup>2</sup>, 1分) を円柱状に成形し、マイクロ波熱処理を行った。熱処理物を上部、下部、中心、外周、中間 (外周と中心間) に分け、アルコール-ベンゼン (アルベン) およびアルカリ抽出率を求めた。

熱処理物の外周部については、外見上はほとんど変化がなかったが、中心部はかなり炭化が進行していた。アルベン抽出率は上部、下部、外周で約10%であったが、中周は0.3%、中心は0%であった。アルカリ抽出率も同様の傾向を示した。これらのことから、比較的熱分解の進行の早い中心部で生成した熱分解物が、蓄熱性が低く熱分解の進行の遅い外周部で保持されていることが示唆された。油吸着材としての利用においては、むらが生じていること及び中心部では、繊維形状を維持出来ないほど炭化が進行することから、マイクロ波熱分解法は適さないと考えられた。

(3) 油吸着材を原料として、800°C-40分と900°C-40分の2条件で水蒸気賦活を行い、それぞれ51.5%、41.5%の収率で賦活物を得た。比表面積は678m<sup>2</sup>/g、1,179m<sup>2</sup>/gと原料の9m<sup>2</sup>/gに比べて大きく増加した。

(平成9~11年度)

(物性利用科, 成形科, 北海道工業研究所)

#### Ⅲ.1.1.2 木質炭化物を用いた塩基性ガス吸着剤の開発

##### Development of the Basic Gas Adsorbent from Carbonized Wood

トドマツ等の小径間伐材や工場廃材等を有効に利用することが求められている。そこでこれらを炭化

して、アンモニアガスや塩基性溶剤蒸気等の吸着剤を製造する時の最適条件等を検討した。平成9年度はトドマツ材を用いて吸着剤製造条件の検討、吸着性能評価を行った。その結果、大気中300℃加熱の炭化物は、市販活性炭と比べて吸着性能が非常に優れ、アンモニア用活性炭と同等の性能を持つこと等が示された。10年度は以下の4つの試験を行った。

(1) 小径間伐材や木質廃棄物を原料とする場合、樹種、形状が異なるものを混合して用いることになる。そこでまず樹種および炭化条件の相違がアルカリおよび塩基性ガス吸着性能へ及ぼす影響を検討した。エゾマツ、トドマツ、シナノキ、カラマツの4樹種を用い、試料粒度は16～32meshとした。

炭化温度は250～300℃とした。その結果、炭化温度と吸着性能との関係において樹種による若干の相違がみられたものの、いずれも300℃付近での処理が吸着剤を得る上で最適であると思われた。

(2) さらに原料の試料形状（粒度）の相違が吸着性能へ及ぼす影響を調べるため、同様にエゾマツ、トドマツ、シナノキ、カラマツの4樹種を用いてアルカリおよび塩基性ガスの吸着性能を比較した。炭化温度は300℃とした。その結果、粒度についてはノコクズの大半を占める9～100meshの範囲内で吸着性能の差はみられなかった。また樹種に基づく相違もみられなかった。したがって、ノコクズに近い形状であれば樹種を問わず吸着剤原料として利用可能と考えられた。

(3) 製品例として脱臭用フィルターの製造を想定し、バインダーの種類、フィルター形状など製造条件の吸着性能への影響について検討した。試料として300℃で処理した炭化物を用い、アンモニア吸着性能を比較した。その結果、炭化物フィルターによって効果的にアンモニアを除去できること、バインダーとしてポリエステルが適していること等が示された。

(4) 工業的生産を想定し、連続式炭化装置による塩基性ガス吸着剤製造条件について検討した。その結果、アルカリおよび塩基性ガス吸着性能において活性炭を上回る炭化物が得られることが示された。一方、酸素との接触時間、温度センサーの位置など装置に基づく相違により、バッチ式での製造条件と最適条件が異なること等も判明した。

(平成9～11年度)

(物性利用科，化学加工科，成形科)

### III.1.1.3 木酢液および木タールの利用 (共同研究)

#### Utilization of Wood Vinegar and Wood Tar

道産のパルプ、チップの需要が衰退し、その価格が低迷している。主にパルプ材として用いられてきたトドマツおよびカラマツ間伐材の新規用途の開発が道の緊急課題となっている。その一つとして木質繊維を炭化した木質系油吸着材が開発された。その炭化過程において生成する木酢液や木タールは、木酢液の一部が農業用に利用されている以外は、ほとんど利用されていないのが現状である。これらの利用法の開発は油吸着材の生産コストの低減につながる。本研究では第1に木酢液、木タールの組成分析を行い、木質系油吸着材の製造過程のマスバランスを把握することを目的とした。第2に木酢液や木タールの新規用途の開発を目的とした。

第1表に粗木酢液とそれを110℃で単蒸留した蒸留木酢液の組成を示す。蒸留によって溶解タールは大幅に減少し、有機酸が定量的に回収された。蒸留木酢液のpHが2.0と若干低いものの、通常の木酢液と相違はなかった。蒸留木酢液の主な成分は酢酸約5.4%、メタノール0.4%、グアイアコール0.1%であった。油吸着材製造のマスバランスは油吸着材：粗木酢液：木タールが50:19:11の割合であった。他方、水を加え、水不溶性物質を沈降させる簡易分別法で得られた木酢液（簡易分別木酢液）は粗木酢液と比較して、その組成に大きな違いが認められなかった。

簡易分別法によって得られた木酢液や木タールの消臭剤、防腐剤、土壌被覆材としての利用を検討した。簡易分別木酢液は、酢酸などの有機酸による中和作用によりアンモニア等の塩基性悪臭物質の消臭に効果的であった。他方、木材腐朽菌に対する木酢液、木タールの防腐効果は、pHが低下することによる効果は認められるものの、その効果は市販の防腐剤のそれよりも低かった。また、木タールを温水で洗浄することにより、適度な粘結性が付与された。そこで、温水で処理した木タールにモミ殻、チップダストを混合することで安定な土壌被覆材が得られた。

油吸着材の吸油機構の検討を行った。処理温度の違いによって、得られる熱処理物の抽出物に大きな相違が認められた。熱水抽出物の減少が熱処理物の疎水性の増大に寄与すると思われる。ヘキサソおよびアルベン抽出物の増減もまた熱処理物の疎水性に影響を与えることが示唆された。

(平成10年度)

(物性利用科, 耐久性能科,  
竹花SP, 中村主任研究員,  
北海道森林組合連合会)

#### III.1.1.4 低温炭化によるチップダストの用途開発 (プロジェクト研究)

New Agricultural and Horticultural Materials made from Heat-treated Wood Chip-dust

チップの最大の用途先であった紙パルプ業界で、原料を国内外のチップから海外からの輸入パルプに転換する動きが進行し、それに伴いチップの新たな用途を開拓することは、林業・林産業にとって死命を制する重大な問題となっている。

このため、チップ及びチップを製造する際に派生するチップダストの新たな用途として、低温炭化の手法を用いて、環境に優しい農業・園芸用資材(マルチ材料)の開発を行うことにした。結果の概要は、次のとおりである。

回分式回転炭化炉を用いて、200~400℃、5~30分の条件で炭化試験を行い、色調、収量などから判断して、最適炭化条件として350℃、15分を選定した。

得られた炭化物のかさ密度は0.18g/ml、色調は明度約50%、保水量0.5g/gであった。また、コマツナの発芽試験から、本炭化物は生育阻害を生じないことを確認した。シクラメンおよびランの鉢植え試験を行った結果、本炭化物を用いない対照区に比し、生育が促進されることを認めた。

また、スクリー回転式小型連続炭化装置を用いて、電気の使用量を調べた結果、524kwh/t、79kwh/m<sup>3</sup>となり、電気の消費量はかなり少ないことがわかった。

(平成10年度)

(峯村特別研究員, 葛西主任研究員,

竹花SP, 成分利用科)

#### III.1.1.5 低温炭化による木質破砕物の用途開発 (共同研究)

New Horticultural Materials made from Heat-treated Wood Chip

(平成10年度)

(峯村特別研究員, 葛西主任研究員,  
竹花SP, 成分利用科, 耐久性能科)

#### III.1.2. 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

これまでの研究で、カラマツチップが暗渠用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を開発する目的で、樹皮付きチップ、伐根、トドマツチップの暗渠用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

試験圃場として、富良野市に2圃場(樹皮付き、伐根チップ)、門別町に1圃場(カラマツ伐根チップ、混交林伐根チップ(針葉樹と広葉樹の伐根が混ざったもの)、初山別村に1圃場(トドマツチップ、混交林伐根チップ)を設置し、経時的に排水性、排水の水質や疎水材の腐朽状況を調査した。

##### (2) 排水性と暗渠排水の水質

平成9年10月に初山別村に施工した圃場(トドマツチップ、混交林伐根チップ)の暗渠排水量を調査した結果、いずれの疎水材も排水性は良好であった。また、それぞれの暗渠の排水を採取し、水質を分析した。その結果、伐根疎水材暗渠の排水はCOD、BOD値ともに暗渠施工直後に高かったが、施工後約1か月で急激に低下した。トドマツチップ疎水材暗渠の排水は、カラマツチップや伐根チップと比較して施工直後からCOD、BOD値がともに低く、抽出物による暗渠排水への悪影響はないと考えられた。



## (3) 埋設したチップの腐朽状況

埋設したチップの腐朽状況を検討するため、暗渠施工後2年経過したカラマツ伐根チップ、混交林伐根チップの密度を測定した。チップの劣化状況は圃場により若干異なるが、カラマツチップ、カラマツ伐根チップは、原料チップと大きく変化していなかった。同じ圃場に施工した疎水材では、粒度の小さいチップの密度減少率が大きい傾向がみられ、劣化の進行が若干早いと考えられた。

## (4) 作物の収量に及ぼす影響

門別試験圃場においてオーチャードグラスの収量調査を行った。収量、草丈などの結果から、カラマツ伐根疎水材暗渠、混交林伐根疎水材暗渠ともに生育阻害は認められず、病害も少なかった。

(平成9～14年度)

(成分利用科, 耐久性能科)

## III.1.3. 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検索と利用に関する基礎研究(創造的研究)

Screening and Utilization of Antifeedant for Small Rodents from Tree Extractives

北海道の主要造林樹種であるカラマツ(*Larix leptolepis* Gordon)は、近年の木材需要の構造変化から長伐期化の方向に向かい、造林面積に占める中高齢林の比率が高まっている。5齢級以上の林分を合計すると、その比率は88%に達している。野ネズミ被害はこのようなカラマツ中高齢林に多発しており、これまでの幼若齢林とは異なった被害様相を示している。ついては、大径木生産に向けた新たな対策が求められている。また、ミズナラなど広葉樹の下種更新や、果樹や自然公園の緑化樹に関しても、野ネズミの食害防除に対する要請が強く、安全性、汎用性の高い防除方法の確立が望まれている。

一方、多種多様な成分を含む樹皮、樹葉の大部分は林地に放置されている。これは貴重な天然資源の損失であり、これらの有効利用を図る必要がある。

以上の理由から、本研究はエゾヤチネズミ

(*Clethrionomys rufocanus bedfordiae* Thomas)のカラマツ樹皮に対する摂食行動を把握するとともに、樹木成分に由来する野ネズミ食害を抑制する物質を検索し、その抑制物質を用いた忌避剤の開発と防除法の確立を目的とした。

## 実験方法

## (1) 試料の採取および調製

弟子屈町管内のカラマツ21年生造林地を試料採取地とし(本数被害率約64%, 1994年4月調査)、カラマツ樹皮を採取した。野ネズミ食害木と無被害木を選木し、両者は隣り合った2本で1対の試料とした。被害木は繰り返して食害を受けた食害痕がある木、無被害木は食害痕がない木とした。1994年6, 10, 12月、1995年3月に、それぞれ2対合計4本ずつ、地際部から1mまでの樹幹を採取した。樹幹は外皮と内皮に分けて剥皮し、風乾したのち1mm以下に粉碎して分析用試料とした。

## (2) 樹皮成分の分析と樹皮抽出物の分画

各粉碎試料を、石油エーテル、ジエチルエーテル、エタノールで逐次抽出し、それぞれの抽出物の含有量を調べた。また、タンニン、全フェノール、可溶性糖、デンプンについて定量した。

カラマツ被害木と無被害木の内皮を70%アセトン水で抽出し、石油エーテル、ジエチルエーテル、酢酸エチルで順次抽出して分画した。ジエチルエーテル可溶部は、種々の溶出溶媒を用いて吸着性に基づきシリカゲルカラムで分離した。

また、当麻町管内より針葉樹および広葉樹23種の樹皮を採取し、ネズミによる生物検定試験を行った。

## (3) 樹皮抽出物に対する生物検定試験

エゾヤチネズミを用いた生物検定は、12月から翌年3月にかけて、野外と同じ日長条件下となる屋内で実施した。温度条件は-3~5℃として、積雪下の条件に近似させた。試験に用いた枝は、直径6~10mmのニセアカシア(*Robinia pseudoacacia* Linn.)一年生枝で、長さ5cmに調製した。得られた各画分の所定濃度のエタノール溶液またはけん濁液に5分間浸漬した後、24時間風乾した。処理した枝を合板に10cm間隔の基盤目状に打ちつけた釘に挿し付けて、金網箱(たて×よこ×高さ: 53×84×46cm)の底に置いた。挿し付け順番は乱数表によった。金網箱にはエゾヤチ

ネズミ5頭を入れて、24時間摂食させた。ネズミには他の餌は与えず、水は給水器を使用して自由飲水とした。検定は6回反復し、摂食程度は枝の重量減少量で評価した。

#### 結果と考察

##### (1) カラマツ樹皮成分の季節変化と抽出物

被害木は繰り返してかじられているほか、隣接して全く食害を受けていない個体があることが観察されている。一方、カラマツ類の異樹種間における野ネズミに対する抵抗性と樹皮成分との関連が報告され、グイマツではそのジエチルエーテル可溶部に着目した報告がなされている。

はじめにカラマツ樹皮成分の季節変化について調べた。一般に内皮における各成分の含有量は冬季に高く、夏季には低い傾向を示した。内皮の石油エーテルおよびジエチルエーテル抽出物の含有量は、1年を通じて無被害木の方が被害木より高く、とくに3月におけるジエチルエーテル抽出物の含有量の差は大きかった。また、全フェノール含有量も、年間を通じて無被害木の方がやや高い傾向を示した。一方、可溶性糖やデンプンなどの糖質は被害木と無被害木との含有量の明瞭な差はなかったが、夏季から冬季にかけて著しく増加し、野ネズミの餌が不足する冬季においてきわめて好都合な食料源の一つとなることをうかがわせた。これに対して外皮では、これら成分の年次的な変動および被害木と無被害木との含有量の差は少なかった。

以上のような結果を踏まえて、3月に採取したカラマツ内皮の抽出物を各種溶媒を用いて抽出分画した。各分画物に対するエゾヤチネズミを用いた生物検定を行った結果、対照区と比較して無被害木内皮のジエチルエーテル可溶部に活性が認められた。さらに、本可溶部のシリカゲルカラム分画物を生物検定に供したところ、活性のある画分が確認された。

カラマツ内皮における石油エーテル可溶部にはテルペノイド、樹脂酸など比較的低沸点の成分が含まれ、ジエチルエーテル可溶部にはこれらよりもやや高沸点領域のテルペノイド、ステロイド、フラボノイドおよびそれらの配糖体などが含まれることが知られている。このことから、カラマツでは野ネズミの摂食抵抗性に関し、比較的高沸点領域の成分が関

達している可能性が示唆された。

カラマツ内皮のアセトン抽出物は約4%で、耐索性の高かった画分は0.6%であった。抽出物に対する含有率が高く、これらが樹皮の摂食性に影響することを支持するものであった。結晶性の高い物質で高沸点性の物質であった。耐索性物質が高沸点であることから、ネズミはその臭いを嫌い被害に個体差が生じるものではないと考えられる。

##### (2) エゾヤチネズミによる針葉樹および広葉樹の生物検定試験

当麻町管内道有林より針葉樹および広葉樹23種の樹皮を採取し、生物検定を行った。イチイ、スギ、グイマツなどの針葉樹に耐索性が見られた。

また、ヤマウルシに高い耐索性が認められた。そこで、ヤマウルシにおける二次スクリーニングを実施した。ヤマウルシ樹皮について70%アセトン-水抽出物を調製し、溶媒極性に分画した。分画物をそれぞれ生物検定試験に供したところ、ヤマウルシ樹皮のジエチルエーテル可溶部での摂食量が少なく、耐索性物質はジエチルエーテル可溶部に存在することが示唆された。さらに、ジエチルエーテル可溶部のうち、ヘキサノール：エーテル画分(5:5)に高い活性が認められた。

ヤマウルシ樹皮のジエチルエーテル可溶部はウルシオール類と思われる、樹皮に対する含有率が4%と高かった。いわゆるウルシ成分の異性体で、したがってウルシオール類の異性体間で耐索性に相違があることが示唆された。

##### (3) 防除方法の確立

事業化に関する予備的検討として、塗布法による耐索性物質の有効濃度について調べた。その結果、カラマツおよびヤマウルシ樹皮エーテル可溶部1%濃度溶液で耐索性が認められた。

さらに、木酢液を展着溶媒とする事業化を検討した。粗木酢液にヤマウルシ抽出物を8%濃度で混入することで、降雨による溶出が少なく、作業性の良好な防除方法となりうることがわかった。

今後、これらの成果を踏まえて、製品化、防除方法のマニュアル化を検討する。

(平成8~10年度)

(物性利用科, 成分利用科)

### III.1.3.2 ササの有効利用技術の開発

#### Utilization of Bamboo Grass Resource

近年、健康志向の高まりから、機能性甘味料の需要が増加している。なかでも、キシロオリゴ糖は少量摂取で高ビフィズス活性（整腸作用）を示すため、今後の需要の増大が見込まれている。これまで、林産試験場では簡単な水蒸気処理によりササ稈からキシロオリゴ糖を抽出する技術を開発してきたが、得られる糖の甘味度の向上が課題となっている。また、企業立地を目的とした場合、副産物の残さ繊維の利用およびササ収穫法の機械化などの課題が残されている。本研究では、これらの残された課題を整理するとともに、ササ資源の総合利用を目的とした技術開発を通じて、ササ密集地における山村立地型産業の創設の可能性も検討する。

平成10年度では、酵素によるササオリゴ糖の低分子化の至適条件および残さ繊維を培地基材とした食用菌人工栽培の検討、残さ繊維の粗飼料としての利用評価、ササ収穫機械の細部設計を行った。

*Streptomyces*属放線菌粗酵素および市販キシラナーゼを用いて、ササオリゴ糖の低分子化の至適条件について検討した。ササオリゴ糖に対する至適pHおよび温度は、それぞれpH5.5~6.0・60℃、pH5.0~5.5・55℃であった。ササオリゴ糖液はpH4.0程度であることから若干のpH調整は必要ではあるが、工業生産上とくに大きな問題はないと考えられた。

ササ葉部残さ繊維を培地基材としたタモギタケ袋栽培の検討を行った。従来より培地基材として用いられているおが粉と比較して、子実体収量および栽培日数を考慮した生産指数は同等以上であることが明らかとなり、袋栽培における利用可能性が示された。

ササ稈部残さ繊維の粗飼料としての評価を、市販セルラーゼを用いた酵素糖化法によって検討した。オリゴ糖抽出残さの酵素糖化率は60%であった。一方、食品添加物として認定されている塩化カルシウムを原料に対して0.2%程度添加することにより酵素糖化率は95%まで増加し、良好な消化性を有する粗飼料となることが明らかとなった。

ササ収穫機械の刈り取り部にフレールモア方式を採用することによって、収穫物の集荷部への搬送に必要な装置機構の軽減が可能となることが予想され

た。また、この刈り取り方式を採用し、6馬力の動力を搭載することにより、単位時間当たり6人分の収穫能力を有することが推定された。

(平成9~11年度)

(成分利用科, 機械科,  
生産技術科, 経営科)

### III.1.3.3 木質環境浄化資材の開発

#### Utilization of Wood Material as a Scavenger for Pollutants

近年、有機塩素化合物、内分泌かく乱物質（環境ホルモン）、有害重金属、生活廃水などの様々な汚染物質により、河川、湖沼、土壌、地下水環境の悪化が進行している。水圏環境は生物が生存する上での基盤であり、物質循環の重要な場でもある。そのため良好な水圏環境の維持、汚染の修復に総力をあげて取り組む必要がある。

活性炭は污水浄化材として広く用いられているが、その製造には原料の炭化処理に加えて賦活の工程が必要のために、水圏浄化材としては高価なものになる。一方、木炭は燃料として古くから利用されてきたが、近年、家屋の調湿や脱臭、浄化槽の水質改善に用いられるようになった。最近、木炭のクロロホルムに対する吸着性能が活性炭のそれよりも優れているとの報告もあり、木質炭化物の環境修復での応用が期待される。平成10年度は、解繊された新聞古紙を200~900℃、3時間の条件で熱処理し、熱処理物の収量、物性、化学的性質、水銀除去性能を検討した。

古紙熱処理物の収量は、処理温度の上昇にともなって減少したが、その減少率は、同一条件でのカラマツ木粉のそれよりも大きく、とりわけ200~300℃の範囲で大きな収量の低下が認められた。熱処理物の炭素率は処理温度の上昇にともなって増加し、その変化も200~300℃の範囲で最も顕著であった。一方、BET-N2法で求めた比表面積は、収量や炭素率での大きな変化にもかかわらず、350℃までの温度条件では大きな増加は認められなかった。しかし、350℃以上では急激な比表面積の増加が観察され、600~900℃の条件で得られた処理物は市販木炭と同程度の比表面積(400~500 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>)を有していた。ヨウ素吸着量も処理温度の上昇にともない増加したが、800℃

以上になると急激に増加した。

古紙熱処理物の化学的性質はカラマツ木粉のそれと類似していた。処理温度が200～400℃域では脱水反応やエステルの分解と共にカルボキシル基や非共役カルボニル基の生成が認められ、脱水、水解、酸化など多種多様な化学反応が同時に進行していることが示唆された。

古紙熱処理物の水銀捕集能は、熱処理温度や検液のpHに大きく影響された。酸性条件では、熱処理温

度の上昇にともなって水銀捕集能も増加したが、中性～塩基性条件では、300～450℃および900℃での処理物に大きな捕集能が観察された。古紙熱処理物の水銀吸着機構はpHにより異なり、担体表面官能基と優勢な水銀イオン種あるいは錯体種との化学吸着性が示唆された。

(平成9～11年度)  
(成分利用科)

## 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. 食用菌栽培技術の確立

Establishment of Cultivating Technology for Edible Mushroom

平成10年度取組み研究テーマなし。

#### Ⅲ.2.2. 微生物機能の利用

Utilization of Wood with Application of Function of Micro-Organisms

##### Ⅲ.2.1.1 シイタケ優良品種の開発

Breeding of Shiitake (*Lentinula edodes*)

平成9年度の北海道における生シイタケ生産量のうち約63.8%が菌床栽培で生産されている。

しかしながら、現在市販されている品種は培養期間と発生期間がともに3か月以上かかるという欠点を有している。さらに、これらの品種は本州の種菌メーカーによって開発、販売されているために、必ずしも北海道の気候風土に適しているとは限らない。その結果、生産者は試行錯誤を重ねながら、栽培を行い不安定な経営を余儀なくされている。そこで、北海道の気候風土に適し、かつ短期間の培養で既存品種と同等の収量が得られる、もしくは既存品種と同等の培養期間で、より多くの収量が得られる品種の開発が望まれている。

これまでに総数732の菌株について、既存品種と同等以上の収量が得られること、および培養期間の短

第1表 各菌株の栽培特性

Table 1. Characteristics of each strain.

菌株 Strain	培養日数 Incubation term	至適発生温度 Optimum temperature for fruit bodies formation
A	45日	22℃
B	45日	16℃
C	60日	22℃
D	60日	16℃

縮を育種目標として、繰り返し選抜試験を行ってきた。その結果、第1表に示す特性を持つ4菌株を選抜した。さらに、これらの菌株について培養温度、あるいは添加する栄養源等、培養条件を変化させ、安定性試験を行ってきた。9年度に、これらの選抜した4菌株の中から菌株CおよびDの2菌株について、地域および生産形態の異なる道内の8か所の生産者に栽培を委託して、各生産者の実際の栽培環境における実証試験を行った。実証試験の結果、2か所の生産者において、菌株Cは現在使用している品種と比較して、栽培日数の短縮、同等もしくはそれ以上の発生量が認められた。

10年度は、9年度の実証試験の結果、評価の高かった菌株Cについて、上記の2か所の生産者に再度栽培を依頼し、実生産における菌株Cの安定性等の評価を行った。その結果、9年度と同様に培養期間の短縮等の特性が安定していることが確認された。特に、1か

所の生産者において、夏場における培養の管理が容易であること、および発生が良好であることもあわせて確認された。

また、9年度に、これらの選抜した4菌株をもとに交配により新たに67菌株を作出するとともに、栽培試験を行い、40～45日の培養で子実体の形状が良好かつ発生量の多い菌株を含めて16菌株を選抜した。10年度は、これらの16菌株について、さらに選抜試験を行った。その結果、40～60日の培養期間で約600g以上の収量が得られる7菌株を選抜した。

本課題は10年度をもって終了となるが、これら選抜育種を行ってきた菌株については、他の課題の中でさらに栽培特性を調べていく。

(品種開発科)  
(平成5～10年度)

### 2.1.2 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、これらの情報ま乏しいのが現状である。

これまでに、ヒラタケおよびシイタケのミトコンドリアプラスミド様DNAの分布およびミトコンドリアゲノムDNAの制限酵素による切断パターンについて明らかにしている。また、10.5kbのミトコンドリアプラスミド様DNAの制限酵素地図を作製、プロトプラスト法によるシイタケおよびヒラタケの一核菌系の分離、パルスフィールド電気泳動法によるシイタケ染色体DNAの分離およびPCR法を用いたシイタケのDNA多型の検出について予備的検討を行っている。

平成10年度は、シイタケ優良品種のテーマで選抜した菌株からプロトプラストにより分離した一核菌系の交配により6菌株を作出し、栽培試験を行い遺伝様式を検討した。その結果、子実体の収量は構成する片方の核に大きく依存することが明らかになった。

また、ライフサイクルおよび交配におけるミトコンドリアプラスミド様DNAの遺伝様式について解析

した。その結果、上記DNAはライフサイクルおよび交配によっても安定して遺伝することが明らかになった。

(品種開発科)  
(平成6～12年度)

### 2.1.3 新規規定着きのこの効率的栽培方法の検討 (ブナシメジ・マイタケの栽培)

Study of Efficiency Method on Fruit Body Production in Sawdust - Based Cultivation of Bunashimeji (*Hypsizigus marmoreus*) and Maitake (*Grifora frondosa*)

ブナシメジとマイタケは1980年代に入ってから人工栽培が一般化した作物であり、前者は瓶栽培、後者は瓶または袋栽培により子実体生産が行われている。

以下 )ブナシメジ, )マイタケについてキノコごとに示す。

)ブナシメジ

ブナシメジの栽培における問題点は、タモギタケ、エノキタケ等の瓶栽培キノコに比べ栽培期間が長く、110日前後になることである。そこで、培養瓶当たりの子実体収量を低下させることなく、可能な限り栽培期間を短縮し、栽培施設の回転効率を改善する必要がある。

そこで、平成7年から9年にかけて以下のことを検討した。

- (1) 市販菌株の栽培特性の把握
- (2) 野生菌株の栽培特性の把握
- (3) 培地組成による栽培日数短縮の可能性
- (4) 新品種の種苗法による品種登録に向けたデータの収集

これまでの結果をまとめると、以下のとおりである。栽培技術と品種育成の両面から、栽培期間の短縮を検討し、上記(1)～(3)を実施した結果、栽培期間が市販品種と同程度かより短時間で形態や収量に優れた北海道独自の品種2菌株(Hm80-1, Hm88-8)を見いだすことができた。

まず、市販品種5菌株と新品種2菌株の栽培試験の結果、標準的な90日間の培養・熟成終了後に菌掻きをしてからキノコを収穫するまでの日数は、市販品種で22～24日、新品種は22日となり、栽培日数に関

して市販品種とほぼ同程度だと判断した。平均子実体収量は、市販品種で116~149g, Hm80-1は150gで市販品種の高収量グループに属した。Hm88-8(第1図)は107gで市販品種の低収量グループに属する一方で、この菌株は形態的に安定しており、子実体の品質が良い市販品種B株に匹敵するほど高かった。

次に、市販品種と新品種を供試し、培地基材にカンバのおが粉あるいはコーンコブを用いて、標準的な培養期間より短い70日間で栽培試験を行った結果、子実体の品質はいずれの菌株ともコーンコブ培地のほうが高くなった。また、収量は両培地で同程度か、コーンコブ培地のほうが高くなった。これにより、培地組成による栽培日数短縮の可能性が示された。同時にHm88-8は、他の菌株で品質の低かったカンバ培地で品質が高かったことから、この菌株の形態的安定性の高さがうかがえ、菌株による栽培日数短縮の可能性が示された。

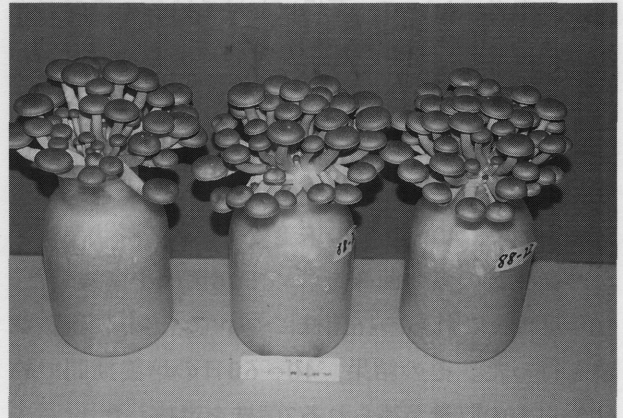
さらに、菌株の権利保護を目的として、種苗法による品種登録に向けてデータの収集に取り組み、新品種Hm80-1, Hm88-8および対照品種として市販品種A株を供試した。菌糸成長の培養温度特性を調べた結果、いずれの菌株も最適温度は20~25℃にあったが、Hm88-8について25℃から30℃にかけての成長速度の急激な減少が特徴的であった。また、子実体生産に及ぼす培養日数の影響を調べた結果、Hm88-8は、標準的な75~90日の培養を行わなくても、50~70日の培養期間で形態および収量に優れた子実体が得られることがわかった。

以上の結果を踏まえて、10年度は引き続き種苗法による品種登録に向けて、データの収集に取り組んだ。まず、培養終了後の発茸工程および生育工程における温度の影響について検討した。さらに、発生した子実体の形態的特性や栽培的特性に関する安定性を検討した。

新品種2菌株ともに、発茸工程も生育工程も16℃前後が最適であり、既存の品種に近い条件で栽培できる可能性の高さが示された。菌株の安定性を確認するために、引き続き安定性試験を行い品種登録を出願する予定である。

## II) マイタケ

マイタケは子実体原基の形成温度と一般的な培養



第1図 Hm 88-8の子実体  
Fig.1. Fruit bodies of *Hypsizygos marmoreus*, Hm88-8.

温度が重なっているために、培養途中で子実体原基の形成が生じて子実体収量が不安定になりやすい。安定した子実体収量を得る生産技術が求められている。

9年度までに培養温度制御による子実体安定生産の可能性の検討や、新菌株作出の可能性の検討を行っており、以下(1)~(3)の知見を得ている。

(1) 林産試験場では、マイタケの培養後期を高温(28℃)で行うことにより、子実体原基の形成・成長を抑制し、子実体発生時期を制御し、充実した子実体の発生を期待出来る方法を開発した。しかし、実際の生産現場ではこの方法は採用していない。その理由として高温で処理を行うことが、コスト(28℃の施設を維持する経費・栽培期間の長期化等)とリスク(害菌の繁殖等)の両面から敬遠されていると考えられる。そこで、子実体原基の形成に適した温度(16~24℃)を避け、一般的な培養温度(22~24℃)よりも若干高い25℃で培養を行うことを検討した。結果は、培養途中の原基形成を完全には阻止できず、子実体収量に関しても菌株によって傾向が異なった。

(2) 道内で採取したマイタケの野生株39菌株から22℃の培養温度でも安定した子実体収量が期待出来る1菌株「エタンの舞」(仮称)を選抜し、生産者の施設で試験栽培を行った。その結果、生産者施設では収量のバラツキが大きく培地重量の15%以下であった。林産試験場での選抜過程の栽培方法と生産者の栽培方法の違いが大きく影響したものと考えられる。また、「エタンの舞」は子実体が淡色(白い)であり、

現状の消費傾向に一致せず、市場において厳しく評価されることが予想された。

(3) 「エタンの舞」の高い子実体生産性を維持しつつ、濃色(黒い)の子実体を持つ菌株作出の可能性を検討した。マイタケ属には2種、マイタケ *Grifola frondosa* とシロマイタケ *G. albicans* があるが、交配の可能性については知られていない。「エタンの舞」は子実体の色などからシロマイタケの可能性もあるが正確な同定は行っていない。そこで「エタンの舞」が黒色系菌株と交配するかどうかの確認を行った結果、クランプを形成し交配可能であると判断出来た。さらに交配した株の正逆株1組を用いて、栽培試験を行った結果、交配株は子実体形成能を有し、「エタンの舞」と同程度の収量を示し、傘色については両親株の中間あるいは「エタンの舞」に近い特徴を有していた。

9年度までに行った栽培試験中、一部原因が特定できない発生不良や子実体形態の不良が認められたため、10年度は、栄養菌糸の形態が生殖成長に及ぼす影響と、市販株の形態と生育温度の関係を検討した。結果は以下のとおりである。

(4) 寒天培地上でマイタケ菌糸に厚膜孢子様菌糸が形成されることを見出し、また単孢子由来の一核菌糸にも同様に厚膜孢子様菌糸が形成されることを見出した。それらが脱二核化している可能性を検討するため、顕微鏡下での観察を行ったところ、クランプの存在を確認し脱二核化は起きていないと判断した。

(5) 市販菌株を用いて一定の生育温度(16, 18, 20)と子実体の形態について観察した結果、16が最も子実体の形態が良好で発生が安定していた。

以上の結果から、「エタンの舞」や市販菌株の栽培過程において、他の菌床きのこに比べ、マイタケは生育環境が子実体の形態および収量に大きく影響を与えることが示された。

(平成7~10年度)  
(生産技術科, 伊藤主任SP)

#### .2.1.4 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、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いる。本道では、平成9年度の生シイタケ生産量の63.8%が菌床栽培によって生産されている。しかし、シイタケの菌床栽培は用いる品種によって栽培特性が大きく異なり、技術的に確立されていない部分も多い。そのため、生産者は試行錯誤を重ねながら不安定な経営を余儀なくされており、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。10年度は、培養・熟成の温度と期間、および培地基材としてのおが粉の樹種が子実体収量どのように影響を及ぼすか検討した。

その結果、18 または22 の一定温度で75~103日間培養・熟成を行った場合、18 または22 で30日間培養した後に、25 で53~66日間熟成を行った場合は、子実体収量に大きな差はみられなかった。これに対して、25 の一定温度で75日以上培養および熟成を行うと収量の低下が認められ、初期培養の温度が子実体の安定的生産のために重要な要素であることが明らかになった。

次にブナ、コナラ、ミズナラ、ウダイカンバおよびダケカンバの5樹種のおが粉を用いて栽培試験を行った結果、子実体の総収量はブナを用いた場合が最も多く、次いでナラ類、カンバ類の順になった。また、商品価値の高いLおよびMサイズの収量を比較すると、ブナ、ダケカンバ、ミズナラ、ウダイカンバ、コナラの順となった。

(平成8~13年度)  
(品種開発科)

#### .2.1.5 農業廃棄物資源のきのこ栽培への活用

Utilization of Agricultural Waste Resources for Cultivation of Mushrooms

近年、環境重視の観点から、廃棄物を再利用する技術が強く求められている。一方、農業廃棄物資源については、家畜飼料として使用されているものが多いが、用途が限定されていたり、そのまま廃棄さ

れているものが多く、必ずしも有効利用されていない。

そこで、これらの状況を考慮して、北海道特産キノコ（ツバナラタケ、タモギタケ、野生型エノキタケ）の栽培において使用される培地基材（おが粉）の代替材料として、コーヒーかすやビートパルプ、ニンジンかすおよび発酵バガス等の農業廃棄物の活用方法を以下のとおり検討した。

- (1) ツバナラタケ栽培におけるコーヒーかすとニンジンかすの利用性
- (2) タモギタケ栽培におけるビートパルプと発酵バガスの利用性
- (3) 野生型エノキタケ栽培におけるコーヒーかすの利用性
- (4) シイタケ栽培におけるビートパルプの利用性（平成10年度から）

以下に結果を示す。

(1) おが粉培地と同程度の結果が得られたものは、タモギタケと発酵バガス、および野生型エノキタケとコーヒーかすの組み合わせであった。発酵バガスに米ぬかまたはフスマを10～15%添加することで、栽培期間が20日程度で、培地重量の15～20%のタモギタケの子実体を得られた。また、コーヒーかすに米ぬかを10～15%程度添加することにより、培地重量の20～30%のエノキタケの子実体を得られた。しかし、コーヒーかすを使用して同様の試験を繰り返した場合、子実体生産の安定性は低かった。

(2) おが粉培地以上の利用性を示したのは、ツバナラタケとニンジンかすの組み合わせ、ツバナラタケとコーヒーかす、およびタモギタケとビートパルプの組み合わせであった。ニンジンかすあるいはコーヒーかすに、米ぬかまたはフスマを6～9%添加することで、栽培期間2か月程度で、培地重量の30%強あるいは20～28%のツバナラタケの子実体を得られた。また、ビートパルプに米ぬかあるいはフスマを5～15%添加することにより、栽培期間が20日程度で培地重量の20～30%のタモギタケの子実体を得られた。

(3) 農業廃棄物の利用を考えた場合の培地添加物として、タモギタケとナラタケのいずれでも、米ぬかもフスマも利用可能であるが、フスマを添加したほうが生産効率が高いことが示された。

(平成9～10年度)  
(生産技術科、品種開発科、伊藤主任SP)

#### 2.1.6 きこの栽培における未利用副産物の有効利用

Utilization of Waste Materials for Cultivation of Mushrooms

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て、原材料費および人件費は年々確実に上昇している。そのためきのこの生産者の経営は必ずしも安定しているとは言い難い。一方、廃棄物のリサイクル等が進む中、各種産業においては大量の副産物が未利用のまま排出され、その処理に多額の費用がかかっている。そこで、これらの副産物がきのこの栽培に利用できれば、きのこ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。

平成10年度は、各種産業の中から道内の農業、食品工業、醸造業にターゲットを絞り、副産物の産出状況およびそれらの処理状況についてアンケート調査を行った。

なお、本課題は次年度以降は施策検討課題として、生産技術科と共同で検討を行っていく。

(平成10年度)  
(品種開発科)

#### 2.1.7 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 - Based 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きのこの自給率が90%台に達するに至った。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までに関わる微生物管理技術が必要となる。しかし、道内の栽培者は知識や技術が不十分な場合が多いため、キノコの発生不良をまねいており、これらに関する技術相談の件数が増えている。

そこで平成10年度は以下のことを検討した。

- (1) きこの栽培で問題となる糸状菌に対する、殺菌剤の防除効果



(2) おが粉や米ぬか等の保管中の培地材料に出現する微生物を観察し、それらが殺菌不良を引き起こす可能性

(3) 培地の殺菌不良を引き起こす微生物や、栽培施設を汚染する微生物がキノコの栄養成長に及ぼす影響

以下に検討結果を示す。

(1) 道内の栽培施設や培地等から分離したペニシリウム属菌やトリコデルマ属菌を供試し、寒天培地で検討したところ、きのこ栽培に汎用されるベンズイミダゾール系薬剤に対して、他の菌株に比べ、抵抗性が高い菌株を見出した。このことから、菌株によっては殺菌剤に対する感受性が異なり、薬剤耐性を持つ可能性が示唆された。

(2) 購入直後、および3℃で120日保管した米ぬかに繁殖している微生物を寒天培地上に分離し観察した。購入直後、および3℃で120日保管した米ぬかとも10<sup>6</sup>個/g程度の細菌数が認められ、保存中の菌数の顕著な増加は認められなかった。また、殺菌不良の原因となる芽胞と呼ばれる細胞も検出されなかった。

(3) おが粉培地とPDA培地上で、ペーパーディスク

に染み込ませたペニシリウム属菌の孢子懸濁液およびバチルス属菌の菌体懸濁液とブナシメジ、タモギタケの菌糸を対峙培養した。

ペニシリウム属菌と対峙した結果、ブナシメジもタモギタケも孢子数が多くなるほど菌糸成長阻害率が高かった。また、対峙時期が早いほど菌糸成長阻害率が高かった。バチルス属菌と対峙した場合は、ブナシメジは生菌数が多くなるほど菌糸成長阻害率が高かった。また、対峙時期が早いほど菌糸成長阻害率が高かった。しかし、タモギタケはブナシメジほど影響を受けなかった。

(平成10~12年度)

(生産技術科)

### III.2.1.8 シイタケ菌床栽培における栄養源の評価 (共同研究)

Effect of Added Nutrients on Sawdust-Based Cultivation of Shiitake (*Lentinula edodes*)

(平成10年度)

(品種開発科, メルシャン(株))