

12巻4号 目次

林産試験場の平成9年度試験研究成果の概要	1
-----------------------------	----------

I . 木材利用の多様化を促進するための技術開発	2
I .1. 需要分野拡大のための木材利用技術の開発	2
I .1.1. 木質内外装材の製品開発	
I .1.1.1 間伐材を活用した学校用机・椅子の製品開発	2
I .1.1.2 大規模温水床暖房システムの福祉用途への適合性の検討（民間受託）	2
I .1.1.3 木質系舗装資材の開発	2
I .1.1.4 冬季歩行と安全性を考慮した木質系フロア資材の開発	3
I .1.2. 木造住宅の施工技術および資材の開発	
I .1.2.1 トドマツ中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発（林野大プロ）	3
I .1.2.2 木質トレーラーハウスの開発（共同研究）	6
I .1.2.3 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	6
I .1.2.4 木造住宅用プレカット部材の有効活用に関する検討	8
I .1.3. 大規模構造物の施工技術および資材の開発	
I .1.3.1 道産カラマツ材の木造橋への利用技術の開発	8
I .1.4. 土木・農業用施設等の施工技術および資材の開発	
I .1.4.1 道産カラマツ材による道路資材のデザイン開発（民間受託）	9
I .1.4.2 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） ..	9
I .1.5. 木製エクステリア製品の開発	
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	10
I .1.5.2 木製カーポートの開発（共同研究）	10
I .2. 木質材料の性能向上技術の開発	12
I .2.1. 寸法安定性向上技術の開発	
I .2.2. 耐朽性向上技術の開発	
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）	12

I .2.3.	耐火性向上技術の開発	
I .2.3.1	木質系ファイバーの難燃化と難燃断熱ボードの開発（民間受託）	12
I .2.4.	強度向上技術の開発	
I .2.4.1	新しいWPCの製造法	12
I .2.5.	遮音・吸音性向上技術の開発	
I .2.6.	新性能付与技術の開発	
I .2.6.1	高機能複合合板の開発	13
I .2.6.2	木材表面に耐水性を付与する処理の研究	15
I .2.6.3	高遮音性床材料の開発	15
I .2.6.4	北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究（共同研究）	15
I .2.6.5	低ホルマリン臭CGPの製造試験	16
<hr/>		
I .3.	木質材料と異種材料との複合化技術の開発	17
I .3.1.	複合材の製品開発と製造技術の確立	
I .3.1.1	木チップと下水道コンポスト焼却灰による藻礁の開発（共同研究）	17
I .3.1.2	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））	17
I .3.1.3	木材利用による複合樹脂窓の研究（共同研究）	18
<hr/>		
I .4.	木質材料の使用マニュアルの充実	18
I .4.1.	樹種ごとの材質評価	
I .4.1.1	道南スギ精英樹クローンの材質	18
I .4.1.2	道産針葉樹材の強度性能評価	19
I .4.1.3	高容積重家系の早期選抜の検討	19
I .4.1.4	トドマツ精英樹家系の材質	19
I .4.2.	木質資材の各種性能の評価	
I .4.2.1	熱帯造林木の材質評価および加工適性評価	20
I .4.2.2	エンジニアリングウッドの強度性能評価	21
I .4.2.3	ロシア産キカンバ材の材質および加工適性評価	21
I .4.2.4	集成材の強度シミュレーション技術の確立	22
I .4.2.5	輸入木材の接着塗装性能の検討	22
I .4.2.6	市販ボードの曲げクリープ試験	23
I .4.3.	木質資材使用マニュアルの整備	
I .4.3.1	木材の利用促進を図るための設計資料の作成	23

II. 木材産業の体質強化を促進するための技術開発	25
<hr/>	
II.1. 生産技術の改善・開発	25
II.1.1. 切削技術の改善・開発	
II.1.1.1 AEを用いた帯鋸の異常判断	25
II.1.1.2 エア式圧力セリ装置による挽材精度の向上	25
II.1.2. 粉砕技術の改善・開発	
II.1.3. 乾燥技術の改善・開発	
II.1.3.1 木材高温乾燥の実用化技術の開発（中小企業庁補助）	25
II.1.3.2 連続水分測定装置を用いた水分管理技術の検討	28
II.1.4. 注入技術の改善・開発	
II.1.4.1 円柱材用針式インサイジング装置の開発・実用化（民間受託）	29
II.1.5. 接着技術の改善・開発	
II.1.6. 表面処理技術の改善・開発	
II.1.7. 新加工技術の開発	
II.1.7.1 木球製造装置の開発	29
<hr/>	
II.2. 生産工程の合理化	29
II.2.1. 製材工程の合理化	
II.2.2. 乾燥工程の合理化	
II.2.2.1 広葉樹乾燥材の品質管理方法の検討	29
II.2.3. 集成材製造工程の合理化	
II.2.3.1 わん曲集成材の製造技術と用途開発	30
II.2.3.2 集成材ラミナの欠点除去技術の開発	32
II.2.4. 合板製造工程の合理化	
II.2.5. 成形板製造工程の合理化	
II.2.5.1 高粘度接着剤用フォーミング装置の開発（共同研究）	33
II.2.6. 加工工程の合理化	
II.2.6.1 低質・未利用広葉樹の有効利用に関する調査研究	33

II .3. 開発製品の市場性の評価	34
II .3.1. 市場性の分析	
II .3.1.1 木材需給の動向調査と道産材の利用促進	34
II .3.1.2 皮付きチップによる低コスト暗渠用疎水材	35
II .3.1.3 輸入広葉樹材の利用実態調査	36
II .3.2. 製造コストの低減化	
II .3.2.1 小径木の正角材としての利用技術の開発	36
 III . 未利用森林資源の活用技術開発	 37
<hr/>	
III .1. 化学的・物理的手法による利用技術開発	37
III .1.1. 炭化物としての利用技術の開発	
III .1.1.1 実用生産機を用いた油吸着材の応用製品の開発（共同研究）	37
III .1.1.2 木質系多機能炭化物の利用技術開発（共同研究）	37
III .1.1.3 木質炭化物を用いた塩基性ガス吸着剤の開発	38
III .1.1.4 木質環境浄化資材の開発	38
III .1.2. 粉砕物としての利用技術の開発	
III .1.2.1 木質チップの暗渠用疎水材への利用	39
III .1.3. 成分の利用技術の開発	
III .1.3.1 カラマツ材成分の化学処理による有効利用	39
III .1.3.2 食用菌成分の有効利用に関する研究	41
III .1.3.3 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）	42
III .1.3.4 ササの有効利用技術の開発	42
<hr/>	
III .2. 微生物的手法による利用技術開発	43
III .2.1. 食用菌栽培技術の確立	
III .2.1.1 菌床栽培における糸状菌汚染防除対策の確立	43
III .2.1.2 シイタケ優良品種の開発	45
III .2.1.3 タモギタケ新品種の育成	45
III .2.1.4 食用菌の分子生物学的研究	46
III .2.1.5 廃培地の有効利用に関する研究	46
III .2.1.6 新規定着きのこの効率的栽培技術の検討 （ブナシメジ、マイタケの栽培）	47
III .2.1.7 シイタケ菌床栽培技術の確立	48
III .2.1.8 農業廃棄物資源のきのこ栽培への活用	48

Ⅲ.2.1.9 シイタケ菌床栽培における培地添加物の評価（共同研究） 49

Ⅲ.2.2. 微生物機能の利用

林産試験場の平成 10 年度試験研究業務の概要 **50**

I . 木材利用の多様化を促進するための技術開発 51

II . 木材産業の体質強化を促進するための技術開発 53

III . 未利用森林資源の活用技術開発 54

Content to Volume 12 Number 4

1997 Annual Research Results of the Hokkaido Forest Products Research Institute	1
--	---

I . Technological Development for Diverse Utilization of Wood Products	2
I .1. Development of Utilization Technology for Enlargement of Wood Products Market	2
I .1.1. Development of Wooden Interior and Exterior Parts	
I .1.1.1 Development of School Desks and Chairs with Plantation Grown Softwood	2
I .1.1.2 The Verification of Conformability to the Welfare Use of the Large-Scale Hot Water Floor Heating System with Rubber-Chip-Panels	2
I .1.1.3 Development of Particleboard Flag Made from Waste Wood	2
I .1.1.4 Development of the Ligneous Floor Material which Considered Safety for Walking in the Winter	3
I .1.2. Development of House-Building Technology and Materials for Wooden Houses	
I .1.2.1 Development of High Quality Materials for Wooden Houses with Todomatsu (<i>Abies sachalinensis</i> Mast.) Medium Diameter Logs	3
I .1.2.2 Development of Wooden Trailer-House	6
I .1.2.3 Development of Producing System of Joist for Wood Frame Construction with Small or Medium Diameter Logs Grown in Hokkaido	6
I .1.2.4 Examination Concerning Effective Use of Precut-Lumber for House	8
I .1.3. Development of Building Technology and Materials for Large-Scale Structures	
I .1.3.1 Development of Utilization Technology for Wood Bridges Using Japanese Larch Grown in Hokkaido	8
I .1.4. Development of Construction Technology and Materials for Public Works and Agricultural Facilities	
I .1.4.1 Design of Road Materials Using Japanese Larch Grown in Hokkaido	9
I .1.4.2 Development of Machinery Planting Technique for Using Biodegradable Pots for Cultivation of Seedlings	9
I .1.5. Development of Wooden Exterior Products	
I .1.5.1 Design of Wooden Exterior Products Using Plantation-grown Timber in Hokkaido ...	10
I .1.5.2 Development of Wooden Carport	10

I .2.	Development of Technology for Improving Properties of Wood Materials	12
I .2.1.	Development of Technology for Improving Dimensional Stability	
I .2.2.	Development of Technology for Improving Durability	
I .2.2.1	Evaluation of the Resistance of Wood Treated with Low Toxic Preservatives to Marine Borers	12
I .2.3.	Development of Technology for Fire Improving Resistance	
I .2.3.1	Development of the Fire-Retardant Insulation Board with Wood Fiber	12
I .2.4.	Development of Technology for Improving Mechanical Properties	
I .2.4.1	New Production Method of WPC	12
I .2.5.	Development of Technology for Improving Sound Insulation and Absorption	
I .2.6.	Development of Wood Materials with High and New Performance	
I .2.6.1	Development of High-Performance Combination Plywood.	13
I .2.6.2	Development of Waterproof on Wood Surface	15
I .2.6.3	Development of Wooden Floor Material with High Insulated Performance	15
I .2.6.4	Studies on Improvement of Living Environment for the Elderly or Handicapped in Hokkaido	15
I .2.6.5	Development of CGP with Low Formaldehyde Emission	16
I .3.	Development of Technology for Combination of Wood and Other Materials	17
I .3.1.	Development of Composite Materials and Establishment of Technology for Manufacturing them	
I .3.1.1	Development of the Artificial Reefs by Wood Particles, Sewage Compost and Sewage ash	17
I .3.1.2	Development of New Materials by Chemical Processing and Combination of Veneer and other Materials	17
I .3.1.3	Development of Wood-PVC Combined Sashes	18
I .4.	Perfection of Use-Directory for Wood Materials	18
I .4.1.	Evaluation for Wood Qualities by Species	
I .4.1.1	Wood Qualities of Plus-Tree Clones of Sugi (<i>Cryptomeria Japonica</i>) in Southern Hokkaido.	18
I .4.1.2	Evaluation of Strength Properties for Softwood Grown in Hokkaido	19
I .4.1.3	Investigation for Juvenile Selection of High Density Families	19
I .4.1.4	Wood Qualities of Todomatsu (<i>Abies sachalinensis</i> Mast.) Plus Trees	19

I .4.2. Evaluation of Properties for Wood Materials	
I .4.2.1 The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Plantation-Grown Trees in the Tropics	20
I .4.2.2 Evaluation of Strength Properties for Engineered Woods	21
I .4.2.3 The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Yellow Birch from Russia ...	21
I .4.2.4 Establishment of Technology for Simulation of Glulam's Strength	22
I .4.2.5 Examination of Adhesive and Coating Properties for Imported Wood	22
I .4.2.6 Flexural Creep of Commercial Wood-Based Composites in Constant and Cyclic Humidity	23
I .4.3. Making a Use-Directory for Wood Materials	
I .4.3.1 Drawing up a Data Book for Interior Design Used Wood and Wood Based Materials	22
II . Technical Assistance for Fortifying of Local Forest Product Industries	25
II .1. Improvement and Development of Manufacturing Technology	25
II .1.1. Improvement and Development of Cutting Technology	
II .1.1.1 Detection of the Failure of a Bandsaw by Measuring the Acoustic Emission	25
II .1.1.2 Effect of the Air-Guide System on the Bandsaw Cutting Accuracy	25
II .1.2. Improvement and Development of Pulverizing Technology	
II .1.3. Improvement and Development of Drying Technology	
II .1.3.1 Development of Practical High Temperature Wood Drying Technology	25
II .1.3.2 Development of Continuous MC Measurement System	28
II .1.4. Improvement and Development of Impregnating Technology	
II .1.4.1 Development of Needle Incising Machine for the Round Wood	29
II .1.5. Improvement and Development of Gluing Technology	
II .1.6. Improvement and Development of Treatment Technology for Wood Surface	
II .1.7. Development of New Processing	
II .1.7.1 Development of Machine Tool for Roundish Wood Block	29
II .2. Rationalization of Manufacturing Processes	29
II .2.1 Rationalization of Sawing Process	
II .2.2 Rationalization of Drying Process	

II .2.2.1	Quality Control of Kiln-Dried Hardwood Lumber	29
II .2.3.	Rationalization of Manufacturing Process for Laminated Wood	
II .2.3.1	Development of Technology for Producing Curved Glued-Laminated Timbers and Enlarge of Their Uses	30
II .2.3.2	Development of Defect Removal Technology for Laminated Wood Strips	32
II .2.4.	Rationalization of Manufacturing Process for Plywood	
II .2.5.	Rationalization of Manufacturing Process for Board	
II .2.5.1	Development of Automatic Forming Machine for Making Urethane-Bonded Wood and Recycled Tire Rubber Panel	33
II .2.6.	Rationalization of Processing	
II .2.6.1	Surveys for Better Utilization of Lower-Grade and Lesser-Used Hardwood	33
II .3.	Assesments of Market-Performance of Developed Products	34
II .3.1.	Analysis for Market-Performance	
II .3.1.1	The Research of Trend of Wood Supply and Demand and the Direction of Use of Wood Grown in Hokkaido	34
II .3.1.2	Reducing the Manufacturing Cost of Filter Material for Underdrainage with Utilization of Wood Chips Blended with the Bark	35
II .3.1.3	The Investigation of the Confidence of Imported Hardwood	36
II .3.2.	Curtailment of Manufacturing Cost	
II .3.2.1	Production of Squares (Shokaku) from Small Logs	36
III .	Technological Development for Utilizing Un- or Less-Used Forest Resources	37
III .1.	Development of Utilization Technology of Wood by Chemical / Physical Method	37
III .1.1.	Development of Utilization Technology for Charcoal Products	
III .1.1.1	Development of the Applied Products of Oil Sorbent Derived from Wood Manufactured by the Commercial Equipment	37
III .1.1.2	Utilization of Carbonized Wood Fiber for the Absorbent of Environmental Pollutants	37
III .1.1.3	Development of the Basic Gas Adsorbent from Carbonized Wood	38
III .1.1.4	Utilization of Wood Material as a Scavenger for Pollutants	38

III .1.2.	Development of Utilization Technology for Wood Particles	
III .1.2.1	Utilization of Wood Chips for Filter Material of Underdrainage	39
III .1.3.	Development of Utilization Technology for Constituents of Wood	
III .1.3.1	Utilization of Japanese Larch Extractives by Chemical Modification	39
III .1.3.2	Utilization of Edible Fungi Components	41
III .1.3.3	Screening and Utilization of Antifeedant for Small Rodents from Tree Extractives	42
III .1.3.4	Utilization of Bamboo Glass Resource	42
III .2.	Development of Utilization Technology of Wood by Microbiological Method	43
III .2.1.	Establishment of Cultivating Technology for Edible Mushroom	
III .2.1.1	Establishment of Protection Technique of Fungi Contamination on Saw-Dust Cultivation of Edible Mushroom	43
III .2.1.2	Breeding of Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>)	44
III .2.1.3	Development of Superior Strain of Tamogitake (<i>Pleurotus cornucopiae</i> var. <i>citrinopileatus</i>)	45
III .2.1.4	Research on Molecular Biology of Edible Fungi	46
III .2.1.5	Research on Recycle of Cultural Waste of Mushrooms	46
III .2.1.6	Study of Efficiency Method on Fruit Body Production in Sawdust-Based Cultivation of Bunashimeji (<i>Hypsizigus marmoreus</i>) and Maitake (<i>Grifola frondosa</i>)	47
III .2.1.7	Development of Sawdust-Based Cultivation Technique of Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>)	48
III .2.1.8	Utilization of Agricultural Waste Resources for Cultivation of Mushrooms	48
III .2.1.9	Effects of Added Nutrients on Sawdust-Based Cultivation of Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>)	49
III .2.2.	Utilization of Wood with Application of Function of Micro-Organisms	

1998 Annual Research Programs of the Hokkaido Forest Products Research Institute 50
--

I .	Technological Development for Diverse Utilization of Wood Products	51
II .	Technical Assistance for Fortifying of Local Forest Product Industries	53
III .	Technological Development for Utilizing Un- or Less- Used Forest Resources	54

林産試験場の
平成9年度試験研究成果の概要

1997 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 . 木質内外装材の製品開発

Development of Wooden Interior and Exterior Parts

．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 Plantation Grown Softwood

本研究は「間伐材利用製品開発促進事業」として北海道水産林務部林務林産課と共同で実施しているものである。平成9年度は、8年度に試作した可動式1種類および固定式2種類の机・椅子について実証試験を行った。また、10年度の実証試験用試作品を設計および委託製作した。

実証試験は、実証試験校（長沼町立舞鶴小学校、根室市立落石小学校）の校長、教頭、教諭および児童を対象に書面調査と現地調査をそれぞれ2回ずつ行った。

10年度の実証試験用試作品の設計にあたっては、市販の接合金物を用いて親子などで組み立てが可能で、しかも机面の高さ、座面の高さ、座面の有効長さおよび背もたれの有効高さを、JIS S1021「学校用

家具」の2～8号の7段階に可動できるものを計画した。設計した組立式机・椅子の中から第1図の3種類を選び、これらの製作を家具メーカーに委託した。

10年度は、9年度に設計および委託製作を行った3種類の組立式机・椅子による実証試験と、7年度からの開発製品の総合評価および取りまとめを行う。

（平成7～10年度）

（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 . 2 大規模温水床暖房システムの福祉用途への適合性の検討（民間受託）

The Verification of Conformability to the Welfare Use of the Large - Scale Hot Water Floor Heating System with Rubber - Chip - Panels

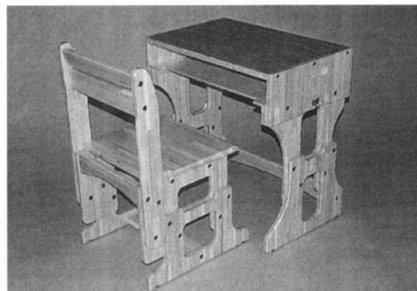
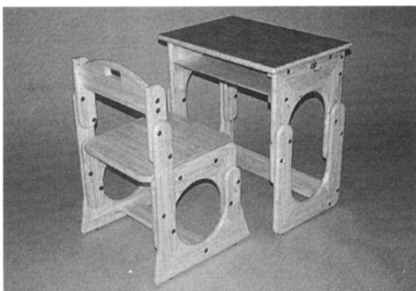
（平成9年度）

（加工科，（株）サンポット）

．1 . 1 . 3 木質系舗装資材の開発

Development of Particleboard Flags Made from Waste Wood

これまで歩道や園路などの舗装は、アスファルト



第1図 学校用机・椅子

Fig. 1 . school desks and chairs .

やインターロッキングが主流であったが、最近は歩きごちが良く景観に調和した舗装資材が求められるようになり、木チップとウレタン系接着剤を現場で混合、転圧した木質系舗装が使われるようになった。この舗装資材は、異物を含んだ建築解体材等の木質廃棄物のリサイクル利用に適していることから、建築解体材を主原料として、安全で歩行感に優れ、ハイヒールでの歩行も可能な都市向けの木質系舗装板を開発した。

エゾマツ・トドマツが主体の建築解体材チップをハンマーミルで粉碎後、^{ふるい}篩目1.0～4.3mmと篩目1.0～2.3mmに分級し、木質原料とした。接着剤には、耐久性と弾力性がある湿気硬化型ウレタン樹脂を用いた。これらを用いて、木質粒度、含水率、接着剤添加率、比重を変化させた厚さ20mm、35cm角の舗装板を熱圧または冷圧で製造し、局部圧縮変位、はく離強さ、吸水厚さ・線膨張率、居住性床硬さ、転倒衝突時床硬さ、滑り抵抗係数を測定し、製造条件と性能の関係を検討した。

その結果、ハイヒール歩行に耐えられる強度性能を重点に考えた場合、篩目1.0～4.3mm、含水率50%前後、接着剤添加率50%、比重0.5以上の条件が、強度および安全性から適正な条件と判断された。

次に、高価なウレタン樹脂接着剤を節約するため、基層には安価なセメントを接着剤に用いた2層構成の舗装板を2種類製造した。一つは、表層を篩目1.0～4.3mmの木質とウレタン樹脂(添加率50%)とし、基層を篩目4.3mm以上の木質とセメントの木片セメント板としたもので、冷圧により表層と基層を同時一体成型で製造した。もう一つは、表層はそのままとし、基層を安価な市販木毛セメント板としたもので、表層と基層を熱圧で製造した。厚さの構成は、冷圧式が表層20mmおよび基層30mm、熱圧式が表層25mmおよび基層25mmである。この2種類について、表層比重を0.5と0.7にした35cm角の舗装板を製造し、前述の各種性能試験を行った。

その結果、製造の簡易さでは熱圧式が優れていた。強度性能では、表層比重0.5で十分な性能であった。一方、転倒衝突時床硬さおよび居住性床硬さは、表層比重0.5でも硬すぎたが、下地の路盤面に緩衝材(例えば高密度グラスウール)を敷設した上に舗装板

を施工すれば、十分な安全性・快適性を示した。

こうした結果から、表層を篩目1.0～4.3mmの木質とウレタン樹脂、基層を木毛セメント板とした熱圧式舗装板は、ハイヒール歩行も可能な、都市の歩道用舗装板として利用できることを確認した。

(平成9年度)

(成形科)

I . 1. 1. 4 冬季歩行と安全性を考慮した木質系フロア資材の開発

Development of the Wood Floor Material which Considered Safety for Walking in the Winter

冬季にすべりやすく、転倒事故や歩行障害を起こしやすい半屋外・屋外フロアの歩行安全性向上を目的として、木質系素材のすべりにくさ、硬質木片セメント板の耐久・耐凍性を生かしたフロア資材の開発を行った。

皮付き小径木にネイルプレートを圧入して試作したフロアブロックは、簡易な設備と安価な原料で生産が可能で、緑化工用などのフロアブロックとして有望である。

また、硬質木片セメント板は、これまで住宅の防火外装材(サイディング)や耐火野地板としてのみ用いられてきたが、フロアパネルとしても十分な性能を有することが確認された。

本研究は平成10年度より、民間企業(サンポット(株))との共同研究「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」へと移行し、ロードヒーティングや融雪技術との複合化によって実用化を目指す。

(平成9年度)

(加工科, 成形科)

I . 1. 2. 木造住宅の施工技術および資材の開発

Development of House-Building Technology and Materials for Wooden Houses

I . 1. 2. 1 トドマツ中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発(林野大プロ)

Development of High Quality Materials for

Wooden Houses with Todomatsu
(*Abies sachalinensis* Mast.) Medium Diameter
Logs

日本における人工林は伐期が長期化しており、間伐材を含めた中径材の割合が増加している。これら中径材の需要拡大を図るため、林野庁は平成5年度から5か年計画で「地域産針葉樹中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発」を大型プロジェクト研究として実施している。その内容は「住宅用高機能性軸材の製造技術の開発」、「住宅用高機能性面材の製造技術の開発」および「住宅用高機能性部材の性能評価」である。

林産試験場ではこれを受けて、今後出材が増加するトドマツ間伐中径材を取り上げることとした。「軸材」としては積層材を、「面材」としては縦継ぎ部材、幅はぎ板、単板・ラミナ複合板（ランバーコア合板）、造作用集成材、吸音壁パネル等を設定し、要求される性能に見合った製品の製造技術を確立することを目的としている。

9年度の検討項目は次のとおりである。

(1) 集成材のコスト試算

断面サイズ41×110mm（3層用）、32×110mm（4層用）、および27×110mm（5層用）のラミナを集成して管柱、梁を製造する場合のコスト試算を行った。

製造方法としては、小・中径木専門製材工場から各厚さ原板（使用割合3層：4層：5層＝3：3：4）を購入（平均29,300円/m³）し、乾燥、集成化する工

場（年間生産量1,500m³、機械・設備額補助6割受け後1.6億円、第2図）を設定した。生産量の割合は梁：管柱＝7：3、梁の長さは4.6m：5.4m＝6：4、管柱は3m、製品幅はすべて105mmとした。

試算の結果を第1表に示す。製造コストは平均で管柱108,000円/m³、梁112,400円/m³で、このうち3層用ラミナを使用した製品は、管柱87,000円/m³、梁92,200円/m³とそれぞれ10万円を切る価格となる。

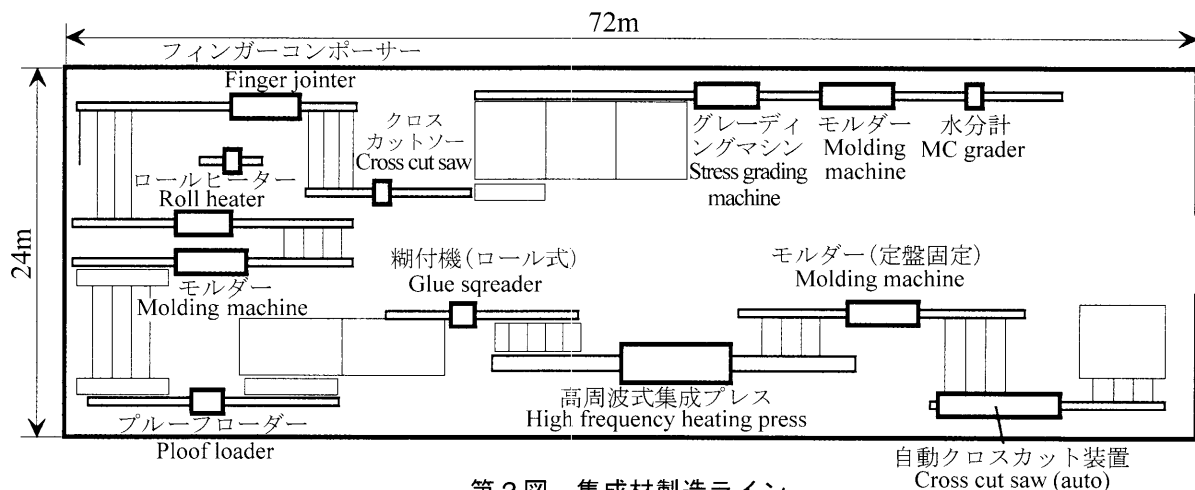
また、製造原価の内訳を第2表に示す。企業の収益性を考える上で、道内取引事例から、管柱では逆ざやになるが80,000円/m³、梁を130,000円/m³で売上げたとすれば、売上高対利益率は3.4%となり、企業化の可能性が出てくる。

(2) 吸音壁パネルの性能評価

8年度は、トドマツ中小径材を用いた格子状の吸音壁パネルおよびその構造を簡素化したパネルを試作し、それらの吸音性能を測定した。

9年度は、8年度に開発した吸音壁パネルについて、スリット間隔の異なるものを組み合わせることによって、壁パネル全体の吸音性能がどのように変化するかを検討した。また、格子状以外の形状のものも試作し、吸音性能評価を行った。

試作した壁パネルは、15×50mmの小断面材を組み合わせ、背後に50mm厚さの16Kグラスウールを配したものの2種類で、表層と3層目にスリットを設け、2層目を空気層としたもの（タイプ1）と2層目を表層と3層目のスリットに直交するスリットを設



第2図 集成材製造ライン
Fig. 2. Manufacturing line of laminated wood.

第1表 製品の原価（ラミナ厚さ別）

Table 1. Production cost.

	梁	管柱	
	Beam	Connective post	
	(円/m ³) (yen/m ³)	(円/本)	(yen/piece)
3層用ラミナ 3-ply	92,211	86,970	2,877
4層用ラミナ 4-ply	105,878	102,060	3,376
5層用ラミナ 5-ply	131,661	127,572	4,219
平均 Ave.	112,359	107,997	3,572

けたもの（タイプ2）である。また、30×50mmの断面材を用い、矩形の孔を設けたもの（タイプ3）、部材を台形にして、スリットを設けたもの（タイプ4）、さらにタイプ4の部材に装飾処理を施したもの（タイプ5）についても、同様に検討した。なお、すべてのタイプについて、パネル後面に50mmのグラスウールを配した。タイプ3～5では、グラスウールを隠すため、その表面に布を張った。

試験は、室容積167m³の残響室の床中央にタイプ1, 2で面積8.77m²、タイプ3～5で9.72m²の試験体を置き、残響時間を測定し、試験体の吸音率を算出した。

その結果、タイプ1および2では、部材間隔が同じものについてみると、部材間隔が大きいものでは、特定周波数で吸音率が大きくなる傾向がみられる。部材間隔が小さくなると、中・高音域での吸音が大きくなり、吸音特性としては比較的フラットになる。

タイプ1では、部材間隔が異なるパネルを組み合わせることによって低音域では比較的吸音し、かつ高音域までフラットな吸音特性が得られた。タイプ2では、部材間隔の大きいパネルの組み合わせを行うことで、中音域での吸音が大きくなった。また2500Hz近辺でも吸音率が大きくなった。しかし、タイプ1のようなフラットな特性は見られなかった。

タイプ3～5では、3タイプとも中・高音域でタイプ1に近い比較的フラットな吸音特性を示した。

以上のことをまとめると、最も吸音率の大きいパネルはタイプ2であった。しかし、このタイプでは500～1000Hz近辺での吸音率の落ち込みがある。また、壁パネルが厚くなるなどの問題がある。そのた

第2表 製造原価（乾燥、集材材）

Table 2. Manufacturing cost (drying, laminating).

		製造原価 Manufacturing cost (円/m ³) (yen/m ³)	構成比率 Ratio (%)	道内中断面工場 構成比率 Others (%)
原材料 Material cost	原板 Lamina	48,671	48.6	39～56
	接着剤 Glue	7,785	7.8	6～15
	小計 Subtotal	56,456	56.4	47～63
労務費 Labor cost		18,783	18.8	13～24
製造経費 Expenses	電力費 Electric power	6,962	7.0	
	燃料・水道費 Fuel・Water	2,527	2.5	
	その他製造経費 Others	16,220	16.2	
	製造費用控除売上 Deductible cost	-784	-0.8	
小計 Subtotal		24,925	24.9	18～33
計 Total		100,164	100.0	100
人件費 Personal expenses		7,667	6.7	
その他販売管理費 others		3,220	2.8	
計 Total		10,887	9.5	
合計 Total		111,050	96.6	
営業利益 Operating profit		3,950	3.4	
売上高 Net sales		115,000	100.0	

め、ある中音域での一定の周波数帯の吸音をしたいというような特殊な用途に使用することが考えられる。

その他の形状のパネルは200Hz以上で吸音率0.2～0.3と比較的フラットであり、音響設計をする際には扱いやすいものであろう。パネル厚も95～110mmであり、あまり部屋を狭くするものではない。また、形状の異なるものを組み合わせることにより、壁に変化を持たせることができる。

さらに、グラスウールを見えなくするために使用した布による吸音力低下は認められなかった。そのため、布の色合いを変えることによって、より多様な色彩の壁が創出できるものと思われる。

(平成5～9年度)

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

1.1.2.2 木質トレーラーハウスの開発 (共同研究)

Development of Wooden Trailer - House

北海道産カラマツを構造用材として使用した枠組壁工法による木質トレーラーハウスの開発を行った。

トレーラーハウスとは、移動することを前提にトレーラーのシャーシの上に住宅を設計・建築したものであり、路上等を随時移動することが可能なものについては、建築基準法に規定する建築物には該当しないものとして取り扱われる。

(1) トレーラーハウスの設計

積雪寒冷地である北海道での使用を前提として、比較的使用範囲が広いと想定される積雪深度100cm以下の地域での建設が可能なものとした。法規上は建築物には該当しないが、構造上の安全性を確保するため、「枠組壁工法の技術的基準」(昭和57年建設省告示第56号)を満たす設計とした。

また「道路運送車両法の保安基準」内の“自動車の保安基準”では、自動車の寸法は長さ12m・幅2.5m・高さ3.8m以内と定められており、本試作においても遵守すべき規格である。しかし今回の試作においては、幅についてのみ上限である2.5mを越えた3m以内として設計した。これは、予想される移動の距離が比較的短いこと、またその頻度が極めて少ないことを勘案し、自治体の許可が得られる可能性が高いという判断に基づいたものである。

(2) カラマツ204材の性能試験

枠組壁工法用に製材した北海道産カラマツ材(原木径級18cm)の曲げ強度試験(試験体数40体)および釘接合の強度試験(同31体)を行い、得られた許容耐力等について既存の資料と対比して検討した結果、S-P-Fと同等以上の強度性能を有することを確認した。

また、実大の壁体を作製し、面内せん断試験(同

2条件各4体)を行った結果、上記と同様の結論を得た。

(3) トレーラーハウスの試作

本研究で使用した北海道産カラマツ204材には、乾燥・鉋削後^{ほつさく}にねじれの発生が著しいものもみられた。本来ならば不適合なものとして除外すべき品質のものも使用したため、枠材同士の接合に際してかなりの手間をかけることになり作業効率を低下させる一因となった。

また、カラマツ材の硬さのために釘打ち作業が困難であった。特に枠材同士をC N90釘(長さ90mm)で釘打ちする場合には、材の割れや釘の曲がりを防ぐために、先穴をあける作業が必要となり、作業効率が低下した。しかし、自動釘打ち機を使用し、空気圧を適切に調整することによって、十分な施工性を確保することが可能であると思われる。

道産カラマツを204材として製材した場合の強度性能が従来のS-P-Fと同等以上であることが明らかとなり、ねじれ・硬さなどの施工性に関連した問題点を抱えるものの、枠組壁工法の構造用材として供給することが可能であると考えられる。

今後、中・大径材の流通量の増大に伴って、木質トレーラーハウス等の商品は北海道産のカラマツ材の付加価値を高めた新たな用途として大いに期待される。

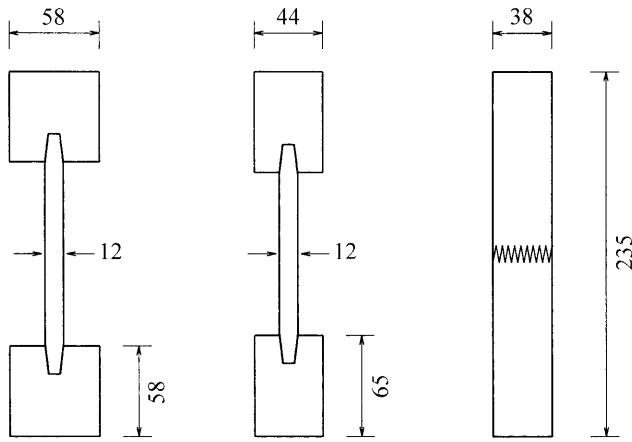
(平成9年度)

(構造性能科, (株)サトウ)

1.1.2.3 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縦枠材(204材, 206材)については道産材を用いてすでに生産が行なわれているが、床根太などの横架材として用いられる梁せいの大きな部材(210材等)には100%輸入材が用いられている。しかし近年、北米地域においても優良な大径原木が減少しつつあり、輸



I形梁 (幅:58mm) I形梁 (幅:44mm) FJ幅はぎ材
I beam I beam Finger joint spliced beam

第3図 試験体の断面寸法

Fig. 3. Cross sections of specimen.

入される210材の品質が低下してきているといわれている。

こういった状況のなか、国産材による枠組壁工法用部材の供給、間伐材など中小径材の有効利用という観点から、本研究では輸入横架材に代替するものとして、小断面部材を組み合わせた複合梁の開発を目標とした。今回は、I形梁とFJ（フィンガージョイント）幅はぎ材の二種類の製造試験および実大曲げ強度試験を行った。

(1) I形梁

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専用の製造装置で生産しているものであるが、今回試作したI形梁は、一般的な集成材工場の既存設備で、簡易に低コストで生産できることを目標とした。寸法は、長さ365cm、梁せいが210材と同じ235mm、幅は受け金物の規格に合わせて44mmと58mmの二種類とした（第3図）。

フランジには、トドマツ間伐材を使用した。枠組壁工法構造用たて継ぎ材甲種1級の規格に準じて欠点を除去し、たて継ぎを行った。所要断面寸法に仕上げた後、モルダーにより溝切り加工を行った。

ウェブには、比較的安価でせん断性能の高いOSBを使用した。モルダーにより差し込み部分のテーパ加工を行った。

かん合度は0.1mmに設定した。接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤を使用した。圧縮圧は、予備試験

の結果から1mあたり1200kgfとした。圧縮時間は約10分とした。

(2) FJ幅はぎ材

FJ幅はぎ材は、従来たて継ぎに使われているフィンガージョイントを幅はぎに応用することで、幅はぎの圧縮工程の簡略化をねらったものである。一般的な幅はぎや集成材の製造では、プレスで圧縮した後、圧力をかけた状態で長時間養生するか、高周波プレスなどの大型設備を必要とするが、FJ幅はぎ材の場合、圧縮後すぐに解圧できるというメリットがある。また、従来の210材と同一断面であるため（第3図）、施工性や取り扱いが変わらないことも利点である。

使用した材料はトドマツ間伐材で、長さ365cm、断面寸法123×38mmに仕上げた後、モルダーに長さ12mmのフィンガーカッターを取り付け、幅38mmの面を材長方向にフィンガー切削した。フィンガーのかん合度は0.2mmとなるようにカッターをセットした。

予備試験の結果から、かん合圧については、圧縮面積に対して7.5kgf/cm²と10kgf/cm²の二種類とし、接着剤塗布量は接着層の総面積に対して200g/m²とした。フィンガーに均一に塗布するために、水性ビニルウレタン系接着剤をスプレーにより塗布した。圧縮時間は約10分とした。

(3) 曲げ強度試験

上記条件で製造したI形梁10体（幅58mm：5体、幅44mm：5体）、FJ幅はぎ材5体について、スパン330cmの3等分点4点荷重方式で曲げ強度試験を行った。結果は、最大荷重で比較した場合、曲げ強さ281～463 kgf/cm²の210材と同等の値が得られた。曲げ剛性では、ヤング係数85～145×10³kgf/cm²の210材と同等の性能が得られた。この結果から、今回試作したI形梁、FJ幅はぎ材は、強度的には210材に代替可能なレベルであるといえる。

破壊形態を見ると、I形梁ではウェブ差込部の接着層から破壊しているものが多く、接着面積を増やすことや、適正かん合度を検討することでさらに性能の向上が期待できる。FJ幅はぎ材ではフィンガージョイントがきっかけになって破壊（特にせん断破壊）したものはなかった。

今後は製造装置、製造工程、コスト、実際に施工するうえでの問題点等を検討していく予定である。

(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.1.2.4 木造住宅用プレカット部材の有効活用 に関する検討

Examination Concerning Effective Use of Precut-Lumber for House

プレカットされた部材は加工精度の高さ、現場における工期短縮などのメリットから、住宅産業において重要な位置を占めるようになった。北海道には約50のプレカット工場が存在するが、不況による住宅着工数の減少により、どの工場も生き残りをかけて様々な試行錯誤を繰り返している。

平成9年度は各プレカット工場のCAD/CAMシステム、継手、仕口等の使用状況、今後の事業展開などについてアンケート調査を行い、23か所の工場から回答を得た。

プレカット工場で使用される継手、仕口の種類の、手加工が中心であった時代より機械加工に適するように限定され少なくなっている。しかし地域別に見ていくと継手、仕口の使われ方や、加工方法、加工手順にそれぞれ特色が見られた。道東、道北方面では昔ながらの大工気質が残っているためか、追掛け継ぎや和室真壁の要望が多く、これらには手加工で対応している工場が多く見られた。反対に道央方面では加工効率から手加工となるものには基本的に対応せず、和室に関しても断熱、施工の合理化から大壁としている工場が大半を占めていた。

加工機械はM社の製品が最も普及しており、全体のほぼ5割を占めている。これは北海道の仕様に適した製品を提供しているためである。最近の傾向としては、他のメーカーの加工機を採用し、M社との差別化、加工スピードの速さなどをセールスポイントとして挙げるところも多いようである。

現状では各工場の加工能力に飛び抜けた差はないが、加工工程の高速化を図って生産性を向上させることにより、更なるコストダウンを図る必要がある。また、機械メーカーに自社オリジナルの加工機を発

注、製作し、今までは手加工であった部位の自動工程化を進めている工場もあり、より機械加工に適した継手、仕口形状へ改良の必要がある。

プレカット加工機械の普及により、数多くあった継手、仕口が統合されて合理化が進んできたが、更なる簡略化、コストダウンが求められていることも事実である。また地方にあっても、都市部の工場に負けない新たな技術の導入と蓄積が必要であると考えられる。

10年度は地元木材業者、中小工務店などを視野に入れ、低コストな住宅システムの構築と実大部材による強度性能評価を進めていく予定である。

(平成9～10年度)

(構造性能科)

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 道産カラマツ材の木造橋への利用技術 の開発

Development of Utilization Technology for Wood Bridges Using Japanese Larch Grown in Hokkaido

本研究は道産カラマツを用いた木造橋の架設を推進させるために、耐久性、強度性能、メンテナンス性に優れた処理技術や設計要件について総合的に検討することを目的としている。平成9年度は、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のアルキルアンモニウム化合物(AAC)水溶液の注入量、防腐処理材の接着性能、防腐剤が接着剤の硬化反応に及ぼす影響、ならびに耐久性やメンテナンスなどに配慮した歩道橋の設計について検討した。

結果を要約すると、以下のとおりである。

- (1) 針式インサイジング装置の性能について調べたところ、直径1.5mmの針では材中への圧入時に折損しやすく、直径2.8mmの針では材中からの引き抜き時にラミナの一部が破壊しやすいことが分かった。

- (2) 針式インサイジング処理材の注入量は、従来のほこ型刃の場合と同様に、無処理材の3.5～4倍の値を示した。
- (3) 防腐処理材の接着性能は、加圧注入時のラミナ表面の落ち込みが顕著であったため、接着前のかんな盤による切削深さに依存した。また、防腐剤が接着剤の硬化反応に及ぼす影響については、AAC、銅・アルキルアンモニウム化合物(ACQ)、銅・ホウ酸・アゾール(CuAz)とも促進効果が認められ、阻害効果は確認できなかった。
- (4) 針式インサイジングによるラミナの剛性の低下率は、打撃法による動的ヤング係数が平均7%・5%NTL(順位法による許容限界値)16%、曲げヤング係数が平均12%・5%NTL24%であった。これらの低下率は、従来のほこ型刃によるインサイジング処理の場合と比較して小さな値であった。
- (5) 長さ60mの斜張橋およびアーチ橋と、長さ30mの桁橋およびトラス橋の予備設計をそれぞれ行った。

10年度は引き続き耐久性や強度性能に優れた道産カラマツ材による木造橋の製造技術や設計要件などについて検討する。

(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, 耐久性能科, 接着塗装科)

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 道産カラマツ材による道路資材のデザイン開発(民間受託)

Design of Road Materials Using Japanese Larch Grown in Hokkaido

(平成7～9年度)

(デザイン科, (株)シスコン・カムイ)

I.1.4.2 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

林業分野において、生分解性材料を用いた育苗ポットはいくつか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いない。機械植栽には、育苗期間中は湿潤状態で形状・強度を保ち、植栽後は速やかに分解する育苗ポットが必要である。そこで、本研究では機械植栽に適用可能な木質系育苗ポットの開発を目的とし、平成8年度に引き続いて各種木質材料の耐久性評価および育苗ポットの成型加工方法について検討した。

第3表 3か月間土中に埋設したボードの質量減少率

Table 3. Weight loss of several boards buried in the soil for 3 months.

ボード種類 Board type	厚さ Thickness (mm)	密度 Density (g/cm ³)	質量減少率 Weight loss (%)
MD F	2.7	0.76 - 0.81	5.7 - 9.3
インシュレーションボード Insulation board	9	0.24 - 0.31	4.8 - 5.2
木質・生分解性樹脂ファイバー 混合ボード Fiberboard made of wood and biodegradable polymer	2	0.28 - 0.46	15.3 - 27.4

9年度の結果は以下のとおりである。

(1) 市販木質ボードの土中耐久性評価

4タイプ14種類の市販木質ボードについて土中埋設試験を行った。12か月埋設後（一部のMDFは3か月後）に強度を測定したところ、インシュレーションボード以外のMDF、ハードボード、パーティクルボードの残存強度は大きかった。これらのボードをポット材料として使用する場合、根の成長を妨げないための穴加工などが必要とされる。

(2) 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の性能評価

市販木質ボードによるコーナーロッキング継手加工ポットを育苗試験に供し、5か月後に耐久性を調査したところ、これらのポットは十分な強度を保持していた。機械植栽に必要なつばなどの加工により育苗ポットとして適用できる可能性がある。

(3) 木質ファイバーと生分解性樹脂ファイバー混合ボードの土中耐久性評価およびポット化の検討

8種類のファイバー混合ボードの質量減少率は、市販木質ボードよりも大きく（第3表）、ボード製造条件よりも暴露試験地の環境の影響を大きく受けた。また、吸水性や膨潤性などはボード製造条件でコントロールできる可能性が示された。

混合ファイバーを用いてポットを成型するには、あらかじめ厚さ1mm程度に成型しておき、これを数枚重ね合わせて金型で熱圧する方法が有効であった。ポットの強度は湿潤状態で大幅に落ちたため、ポットの耐水性を向上させる製造条件を今後検討する予定である。

（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
ドのデザイン開発
Design of Wooden Exterior Products Using

Plantation-grown Timber in Hokkaido

製品開発にあたっては、需要動向や市場性などを的確に把握するとともに、製品性能に優れ、しかも全体としての形態や色合いなどのデザインにも優れたものが求められている。また、道産人工林材の今後の用途開発としてはエクステリア分野が有望視されており、その中で間伐材を含めた中小径材の需要拡大が大いに期待されている。そこで、エクステリアウッドの高付加価値化を図るために、耐久性や市場性ととも、デザイン性にも優れた製品開発を行うことを目的としている。

平成9年度は、道内関連企業や森林組合を対象に、エクステリアウッドに対する意向および利用実態などについて調査を行った。エクステリアウッドを製造販売している28社（森林組合も含む）のアンケート調査結果によると、道内の市場規模は50億円を超え、最終的な納品先の77%は官公庁であり、出荷先の88%は道内向けであることが分かった。製品開発については自社設計担当者によるものと、発注側や代理店からの指示によるものが拮抗していた。製品開発にあたってデザイン業務を重要視している回答者が過半を占めた。今後需要が期待されている分野としては、公園施設が最も多く、次いで住宅用と河川用が同数回答であった。

10年度は9年度の調査結果などを踏まえて、デザインの高度化を行うエクステリアウッドの製品分野を絞り込み、関連分野の市場性などを調べる。

（平成9～11年度）
（デザイン科，経営科）

I.1.5.2 木製カーポートの開発（共同研究）
Development of Wooden Carport

資源の見通しから、カラマツ材の利用については大量生産、低価格販売から転換して付加価値の高い商品の少量生産が資源事情に合致しているといえる。

ここではカラマツ間伐材を用いた、木製カーポートの設計、構造計算および試作を行った。

その結果をまとめると次のとおりである。

(1) 設計にあたっては、ワゴン車も利用可能な大きさで、比較的容易に施工できるものを基本コンセプトとした。主要な部材は204材とし、枠組壁工

法用金物やボード類などの副資材はDIY店で購入可能なものを用いた。

- (2) 部材および接合部の構造安全性の確認を行った。長期荷重については多雪地帯を、風荷重については太平洋岸の一般地域を対象として算出した。
- (3) 試作で使用したカラマツ間伐材の乾燥製材は針

葉樹構造用製材 J A S の D20 には該当するが、部材加工後の狂いが大きく、この含水率ではキット加工には適さない。

(平成9年度)

(加工科, 構造性能科,

デザイン科, (有) ヨシザワ)

I. 2. 木質材料の性能向上技術の開発

Development of Technology for Improving Properties of Wood 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9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. 3. 耐火性向上技術の開発

Development of Technology for Fire Improving Resistance

I. 2. 3. 1 木質系ファイバーの難燃化と難燃断熱ボードの開発 (民間受託)

Development of the Fire-Retardant Insulation Board with Wood Fiber
(平成9年度)
(耐久性能科, 蝦名林業(株))

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

木材の高付加価値化の手段としてWPCは重要な手法であるが、その製造コストが高いために広く普及するには至っていない。そこでWPCの製造コストを下げるための新たな製造法を開発を目的とし、樹脂

原料コスト・作業性・生産性の改善について検討を行ってきた。その結果、①WPC化した単板を台板等に接着する方法により樹脂量を低減できること。②高沸点樹脂を用いることにより、ラッピングという人手を要する工程が省けること。③樹脂によっては加熱のみで短時間で硬化し、無触媒重合が可能であること。④さらに熱硬化性樹脂接着剤を使用することにより、無触媒重合と台板への単板接着をホットプレス中で1段階で行うことが可能であること、等を組み合わせることにより、低コストでWPCを製造可能であることが判明した。

9年度は、床板をターゲットとして本製造法を用いた実大規模(35×35cm)での製造試験を行った。そして、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試験を行った。

供試材として0.8および2.5mm厚のシナノキ単板、台板として15mm(5プライ)のラワン合板、接着剤として水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いた。

結果は以下のとおりである。

(1) WPC単板の台板への接着

実大規模での製造の場合でも、単板の硬化と台板への接着を同時に行う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。単板のみ硬化させた後、接着を行う方法によるものも同様であった。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アクリル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

WPC合板の裏面にWPC製造に使用したのと同じ厚さの無処理単板を接着することにより、吸・放湿条件下における反りを抑制することができた。

(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9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 高機能複合合板の開発

Development of High-Performance Combination
Plywood

アピトン材はその材質が硬さ、強度などに優れていることから、トラック、バスなどの床材、壁材に素材あるいは合板で多く使用されている。しかし、アピトン材の輸入は年々減少の一途で、国産材による車両用材の開発が望まれている。車両用材には硬さ、耐磨耗性、寸法安定性、耐久性など高度な性能が要求される。そこで、フェノール樹脂、メラミン樹脂などを含浸して圧密化した単板と合板を複合化することにより、高度な性能を持つ複合合板の開発に取り組んだ。また、この複合合板の特徴を生かした床板、学校用機の天板などのへの適用についても検討した。

平成7年度は単板への樹脂含浸条件、圧密化条件を確立するとともに、複合合板の性能を明らかにすることに取り組んだ。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 厚さ3mmのカラマツ、ダケカンバ単板をフェノール樹脂に含浸して15%以上の含浸率(単板の全乾重量に対する含浸した樹脂重さの比率)を得るには24時間浸せきが適当であった。
- 2) ホットプレスで圧密化する時の温度、時間は圧密比(初期厚さに対する圧密化された厚さの比率)にほとんど影響しなかったが、圧力は大きく影響した。15%程度の圧密比を得るには、カラマツ単板では18～20kgf/cm²、ダケカンバ単板では25～30kgf/cm²の圧力が必要であった。

- 3) 圧密化したカラマツ、ダケカンバ単板を12mm厚さの台板合板に接着した複合合板のブリネル硬さ、耐磨耗性能、曲げ強さ、曲げヤング係数、部分圧縮強さ、木ネジ保持力は、アピトン素材、アピトン合板と同等またはそれ以上の性能が得られた。

8年度は複合合板を床材と学校用機の天板に使用して問題点を把握するとともに、単板厚さが複合合板の性能に及ぼす影響、圧密時の単板含水率が圧密比に及ぼす影響について検討した。その結果以下のことが明らかになった。

- 1) フェノール樹脂を含浸して圧密化したカラマツ単板をラワン合板に接着した複合合板をコテージの床材として使用した。施工時(平成8年8月)およびその後の経過(9年3月、10年2月)を観察したが問題なく使用されている。
- 2) メラミン樹脂を含浸して圧密化したカラマツ単板を、カラマツ合板に接着した複合合板を学校用機の天板として使用した。素材の天板と比べると表面の硬度は向上したものの、より硬くて傷がつきづらい天板を希望する声が多かった。
- 3) 複合合板の表面に接着する圧密化単板の厚さ(2.0～3.0mm)は曲げ強さ、曲げヤング係数、木ネジ保持力には影響したが、ブリネル硬さ、部分圧縮強さと単板厚さの間に相関は認められなかった。
- 4) 圧密時の単板含水率(15～20%)が高いほど圧密比は大きくなったが、含水率が15%以上の単板を圧密するとほとんどの単板で割れが生じた。

9年度は複合合板の能率的な製造および用途に適した複合合板の製造を目指して以下のことに取り組んだ。

(1) 息抜き圧縮による圧密化

樹脂を含浸した単板を工場内に一昼夜放置すると含水率はおおよそ20～30%になる。これらの単板を圧密化すると、8年度の結果に示したように割れが生じるため、強制乾燥が必要である。そこでこの乾燥工程を省略するため、息抜き圧縮による圧密化を試み、息抜き回数(1回、2回)と息抜きをする時間(圧縮10、20、30、60秒後)が単板の割れ、狂いおよび圧密比に及ぼす影響について検討した。

その結果、息抜き条件は割れ、狂いおよび圧密比に大きな影響は与えず、息抜き圧縮により高含水率単板でも割れない使用可能な圧密化単板が製造できた。

(2) 熱圧による複合合板の製造

8年度までは圧密化単板と台板の接着は水性ビニルウレタン接着剤を用いてコールドプレスでおこなっていた。しかし、冷圧では能率が悪いため、フェノール樹脂接着剤を用いた熱圧による接着、および含浸フェノール樹脂の接着性を利用した接着に取り組んだ。

7年度の試験で、圧密化単板と台板を直接熱圧したのでは、いわゆるパンクが生じることが分っていたので、今年度は圧密化単板の裏側に不織布を接着し、この単板と台板を熱圧により接着することを試みた。含浸フェノール樹脂の接着性を利用した接着では、圧密化の際に樹脂を完全に硬化させない状態に止め、この単板と台板を熱圧して接着するとともに硬化させることを試みた。

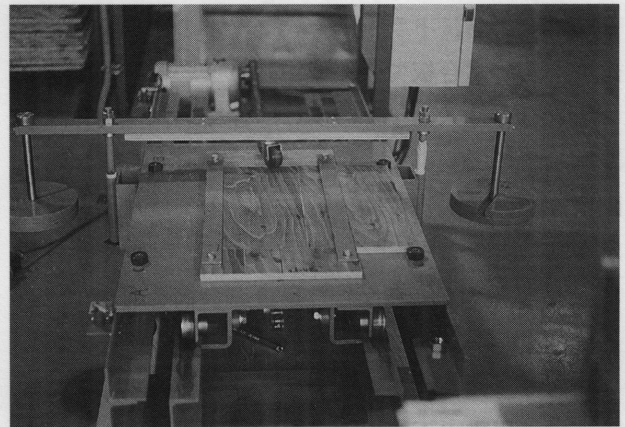
その結果、いずれも単板と台板の接着は可能であったが、安定した接着性能を得ることは難しかった。

(3) 学校用機の天板に適した複合合板の製造

前述のように学校用の天板を製造して学校で使用したところ、傷が付きやすく、より硬い天板が欲しいとの要望が多かった。これらの天板を観察したと

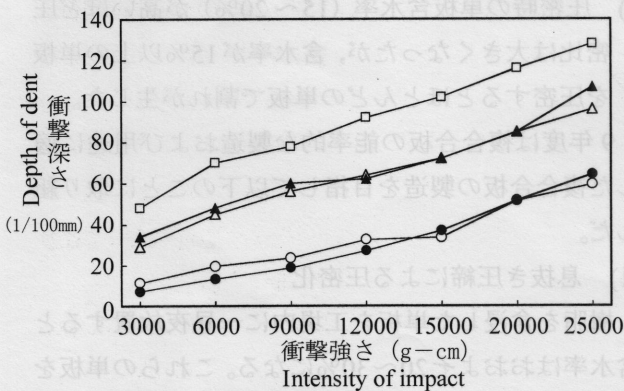
ころ衝撃による傷が多かった。そこで耐衝撃性に優れた天板の製造に取り組んだ。なお、耐衝撃性を評価するためにデュポン衝撃試験機を用いたが、本試験では衝撃強さ（重さと落下距離の積）を変えて天板表面に凹みをつくり、この深さ（衝撃深さという）を測定して評価した。

その結果を第4図に示す。当初は表面に接着する圧密化単板を1.0mmから1.5mmに厚くすることで改良を試みたが、図で分るように衝撃深さは改良されなかった。次に、樹脂含浸した厚さ0.65mmの単板を3枚積層して圧密化し、この単板を表面に使用した学校用天板を製造した。その結果、図に示したように、この天板の衝撃深さは減少し、市販の木製天板（表面はフェノール樹脂含浸カンバ単板、台板はアピトン合板）とほぼ同等の耐衝撃性能が得られた。



第5図 キャスター試験機

Fig. 5. Caster tester.

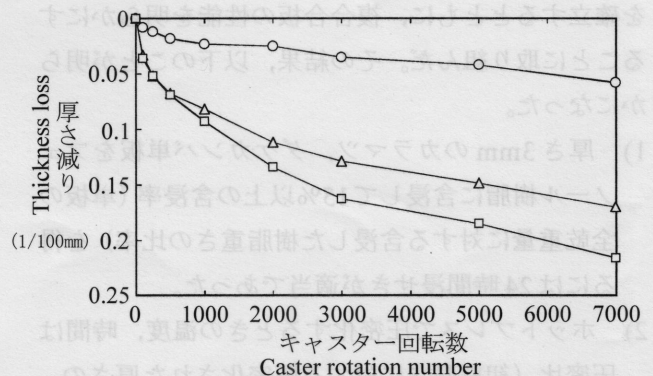


第4図 衝撃強さと衝撃深さ

凡例：○：0.65mm-3ply, ●：市販品, △：厚さ1.0mm, □：厚さ1.5mm, ▲：無処理

Fig. 4. Relation between intensity of impact and depth of dent.

Legend: ○:0.65mm-3ply; ●:desk on the market; △:thickness 1.0mm; □:thickness 1.5mm; ▲:non-treated



第6図 キャスター試験機による厚さ減り

凡例：○：複合合板, △：無処理合板, □：塗装合板

Fig. 6. Thickness loss due to Caster tester.

Legend: ○:combination plywood; △:non-treated plywood; □:finished plywood

(4) キャスター試験機による床材の性能評価

床材には硬さ、耐摩耗性などが要求されるが、樹脂含浸圧密化によりこれらの性能が向上するのは7年度の結果に示したとおりである。9年度はキャスターによるローリング載荷試験を行い、床材としての性能を評価した。試作したキャスター試験機を第5図に示す。一定の荷重をかけたキャスターを供試材料の上に置き、供試材料を往復運動させてローリング載荷することによる厚さ減りを測定した。

その結果を第6図に示す。図に示したように無処理合板あるいは塗装合板に比べ、複合合板ではこの試験による厚さ減りが小さかった。

(平成7～9年度)

(合板科)

I.2.6.2 木材表面に耐水性を付与する処理の研究

Development of Waterproof on Wood Surface

耐候性を有するはっ水性付与の処理方法を開発する目的で、化学修飾による種々の表面改質方法を検討した。その結果、クロラールを用いて長鎖の炭化水素鎖を導入する方法が適していると考えられたので、この方法による最適処理条件と改質効果を調べた。供試材としてタモを用いて種々の条件で処理を施し、ウェザーメータ（キセノンランプ）による耐候性能を評価するとともに、本処理によって導入されるハロゲンによる難燃性能について検討した。

結果の概略は以下のとおりであった。処理液を2回に分けて処理を行う2段法と処理を一回で行う1段法について、適正な処理温度、反応時間を検討した。2段法では、常温では1～3時間、80℃では30分間の処理が適当であった。処理において、液の最適濃度が存在した。処理された材の接触角は処理条件に依存したが、いずれも120°以上の高い値を示した。処理に伴う材色の変化はほとんど認められなかった。ウェザーメータ暴露の結果、耐候性能に処理温度依存性があることが見いだされ、常温処理は耐候性が低く、80℃処理が最も高い耐候性を示した。約200時間の暴露で、無処理材7°、25℃処理材22°、80℃処理材93°の接触角であった。80℃処理材は、300時間暴露後においても67°の接触角を維持した。示

差熱測定(TG-DSC)の結果、処理材には難燃効果が認められた。発熱ピークの高温側へのシフトは、処理条件に依存する傾向が認められた。1段法処理材の場合、約50℃高くなった。重量減少の結果とIRスペクトルの変化から、導入した塩素の脱離による効果であると考えられた。以上の結果から、クロラールを用いて導入された炭化水素鎖によるはっ水効果はこれまで試みた方法に比べて高い耐候性能を有すると判断された。また、本処理によって難燃性も付与されることが確認された。

本課題では、平成7～8年度に塗布タイプのはっ水処理方法、9年度に化学修飾処理方法の2つの処理方法を開発した。塗布方法は、耐候性が十分ではないが、簡単な処理方法で高いはっ水性を与えることが可能な方法であり、化学修飾方法は処理方法が煩雑であるが高いはっ水性と耐候性が得られる。廃液処理、焼却処理、経費等の問題が残されているが、技術的には本処理によって木材表面にはっ水性を付与することが可能である。本処理は、いずれの処理も木材の質感を保持しながら高いはっ水性を与えるため、木質感とはっ水性が求められる特殊用途に対する応用が期待できる。

(平成7～9年度)

(接着塗装科)

I.2.6.3 高遮音性床材の開発

Development of Wooden Floor Material with High Insulated Performance

(平成8～9年度)

(合板科)

I.2.6.4 北国型福祉社会における住生活環境整備に関する研究(共同研究)

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

わが国は急速な勢いで高齢化が進んでおり、それらに対応した住生活環境の整備や福祉機器の開発が急がれている。特に高齢者や障害者が自立と連携により社会参加できるノーマライゼーションの実現は道政の急務となっている。本研究は北海道立4機関による共同研究として平成8年度からスタートした。

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。

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

居住空間に使用される内装材の材質、色彩、使用量等の居住快適性に及ぼす影響を検討するために、木材率の異なる内装材料で仕上げたパネルを使った一対比較法による官能試験を実施した。その結果、居住快適性に関連するイメージは木材率70%付近でピークとなり、各官能イメージは居住性に関連するイメージと高い相関にあった。

(2) 安全性と快適性を有する床仕様の検討

JIS A 5705「ビニル系床」に規定される床材の滑り試験法に準拠してフローリングを含む各種床仕上げ材の滑り抵抗値を測定し、滑りに対する安全性を検証した。

(3) 福祉住宅用開口部材の開発

使い勝手のよい木製サッシを開発することを目的に、気密材を接触させることなく開閉でき、かつ軟質ゴム気密材で気密を確保する構造の木製引き違いサッシを試作した。気密・水密性は確保されたが、金具等の改善が必要である。

(4) 木製サンルームの開発

高齢化に伴う身体機能、生理機能、感覚機能、心理特性、生活構造などの変化に対応した木製サンルームの建設および建築計画上で配慮しなければならない事項を取りまとめ、設計指針を作成した。

(5) 積雪・寒冷を考慮した舗装資材の開発

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を試作し、敷設試験を行い、滑りに対する水ぬれの影響がほとんどないことを確認した。

人間の歩行荷重により表面結氷を破碎するこ

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）を試作し、性能、歩行性を検討した。

各種木質舗装材の融雪条件下での性能試験を行い、融雪状況や表面性状の変化等を観察した。

(6) 福祉用家具の開発

9年度に試作した車椅子用テーブルを試用に供し、問題点を把握し、改善可能な部分について仕様の変更を行った。

福祉施設の高齢者から家具の使用状況等の聞き取りとアンケート調査を行い、高齢者向けの家具開発のための資料とした。

(平成8～12年度)

(丸山主任研究員，加工科，成形科，

性能開発科，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)

2.6.5 低ホルマリン臭CGPの製造試験

Development of CGP with Low Formaldehyde Emission

CGPとはColored Glue Plywood（接着層着色合板）の略であり、林産試験場で開発された製品である。

CGPIは使用する接着剤に顔料を混合することにより、各接着層が着色されている。そのため、彫刻刀等でCGPの表面を彫ると、着色された接着層が現れ、独特の模様が得られる。現在のところCGPの主な用途は、学校用の教材である。その他の用途としては、家具、クラフト製品などの利用が考えられる。

CGPの製造には従来、接着剤にユリア樹脂接着剤とポリ酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤の混合物を使用していた。しかし、ユリア樹脂接着剤は室内空気汚染の原因の一つとされているホルムアルデヒドの放散があり、特にCGPの主な用途である学校用の教材としては不相当と考えられる。そこで、9年度は接着剤にホルムアルデヒドの放散の少ないまたは放散しない「低ホルマリン臭CGP」の製造に取り組んだ。接着剤にはF1合板用接着剤と非ホルムアルデヒド系の水性ビニルウレタン系接着剤を用い、それぞれ製造条件と接着性能、ホルムアルデヒド放散量等について検討した。また、CGPIは削った時の模様

の現れ方が単板構成によるため、意図的に一般的な合板とは異なる単板構成を求められる場合がある。そのような単板構成では、製造後のCGPIに狂いを生じる可能性がある。そこで、これまで生産したCGPのなかで、狂いが予想される単板構成について、単板の繊維方向を変えることで狂いの低減を試みた。

製造条件の検討の結果、F1合板用接着剤を用いた熱圧方法での製造は、19プライのような多層構成では中心部まで熱が伝わらず、十分な接着性能は得られなかった。また、7プライの構成では十分な接着性能が得られるが、ホルムアルデヒド拡散量はJASに

規定されているF1に合格しなかった。一方、水性ビニルウレタン系接着剤は常温で硬化するため、上述の問題も無く十分な接着性能が得られた。その際の製造条件は、接着剤の配合割合を主剤100部に対して架橋剤を5部添加、接着剤塗布量33g / 900cm²以上（両面塗布）、閉鎖堆積時間10分以内だった。CGPの狂いは、いくつかの単板構成のCGPを製造してそれぞれの狂いを測定したところ、比較的狂いの少ない構成を見つけることができた。

(平成9年度)
(合板科)

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 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 木チップと下水道コンポスト焼却灰による藻礁の開発（共同研究）

Development of the Artificial Reefs by Wood Particles, Sewage Compost and Sewage ash
北海道日本海側中南部の岩礁地帯にかけて生じている「磯焼け」は、水産業に大きな影響を与えている。このため、海藻を付着させるためのコンクリートブロックが投入・設置されているが、経年変化等により機能低下する場合がある。

そこで、チップ化した木片と、下水道処理過程で得られる污泥コンポスト、または污泥を焼却して得られる焼却灰とをセメントによって結合させた「木材・混入材・セメント成形板」の藻礁への適用の可能性を検討した。

混入材の種類や添加量、木材とセメントの混合比を変えて製造した試験体を、小樽市忍路湾の水深2m程度の水中に設置し、海藻類の付着程度、フナクイムシ等による食害状況を調査した。

平成9年度の結果は以下のとおりである。

(1) 海藻の付着量および繁茂状況調査

主な付着海藻はアナアオサおよび小型の紅藻、褐藻でコンブ類はわずかであった。このため、海藻の付着量に関して、コンクリート板と「木材・混入材・セメント成形板」との優劣を判定するには至らなかった。また、カイメン類などの無脊椎動物の付着が次第に増加し、海藻類の付着を妨害する傾向が観察された。

(2) フナクイムシ等による食害被害調査

フナクイムシ、キクイムシによる食害で5～10%程度の重量減少が生じたが、試験体を設置して1年目ということもあり、製造条件による差は観察されなかった。

(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)

3.1.2 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 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、金属の強度などの双方の長所を兼ね備えた複合材料の開発を試みた。

平成9年度は湿潤時の接着強度と生産性の両面から、木材・金属複合パイプ製造に適した接着剤について検討した。また接触温冷感の官能検査により、必要とされる単板の巻き回数を検討した。

結果は以下のとおりである。

- (1) 水性高分子・イソシアネート系、イソシアネート添加の木工用酢酸ビニル系、ウレタン変性ビニル系、合成ゴム系、ウレタン/エチレン酢ビ系、ハネムーン型系等の水溶性接着剤を用いて木材・金属複合パイプを製造し、浸せきはく離試験を行った。その結果、作業性において優れていたウレタン変性ビニルエマルジョンが湿潤時接着力性能の点からも適していることが明らかになった。また水性高分子・イソシアネート系、ウレタン変性ビニル系の接着剤では、単板を三重以上巻き付けることによって、はく離や割れがほとんど見られなくなるということがわかった。

また、巻き終わり部分の単板のはねかえりを防ぐために、初期接着力が得られるまで治具で押さえる方法や、製造装置中での加熱による硬化促進法について検討したが、あまり実用的ではないと判断した。したがって、今後はより生産性の高まる方法、すなわち粘着テープ（湿潤材料用）や増粘剤の使用により、巻き終わりと同時に製品が出来上がる方法の開発をめざす。

- (2) ウダイカンバの厚さ0.5mm単板を用いた官能試験の結果、巻き回数の増加とともに木材らしい感触に近づくが、四重以上になると触感に差は認められなくなった。このことから、生産性や単板コストの低下のためには厚さ0.5mm単板を四重になるように巻くのが適当と判断した。

(平成8～12年度)
(化学加工科)

I . 3. 1. 3 木材利用による複合樹脂窓の研究 (共同研究)

Development of Wood-PVC Combined Sashes

(平成9年度)
(性能開発科, (株)トクヤマ)

I . 4. 木質材料の使用マニュアルの充実

Perfection of Use-Directory for Wood Materials

I . 4. 1. 樹種ごとの材質評価

Evaluation for Wood Qualities by Species

I . 4. 1. 1 道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

近年、道南地方では育種種苗（精英樹クローンの種子を用いた苗木）の普及率が100%となっている。今後も育種種苗は安定供給され、造林面積も毎年150haずつ増加する。しかし、現在造林されている育種種苗や親の精英樹クローンの材質はいまだ明らかではない。優良な材質を持つ家系を選抜する上でも、母樹の精英樹クローンの材質調査は第一段階として

必要不可欠である。そこで、北海道立林業試験場道南支場植栽のスギ精英樹23クローンの材質試験を平成8年度から実施した。9年度は繊維長の測定と曲げ試験を行った。供試木は19年生で、試験部位での年輪数は15程度であった。このため、得られた結果は未成熟材部についてのものである。その概要は以下のとおりである。

- (1) 分散分析の結果、いずれの形質もクローン間差 ($P < 0.01$) が認められた。
- (2) 7年輪目の繊維長は総平均で2.22mmであり、最も短いクローンは遠野4号で1.94mm、最も長いクローンは弘前1号の2.45mmであった。九州産の6クローン（藤崎、見尾のデータ）の7年輪目での

値は1.74～2.43mmであり、大きな差はないと思われた。

- (3) 曲げ強さの最小は、雄勝1号の379kgf/cm²、最大は気仙6号の575kgf/cm²であった。500kgf/cm²以上のクローンは4クローンであった。曲げ強さは容積密度との相関が高く、 $r=0.772$ であった。曲げヤング係数の最小は雄勝1号の 27×10^3 kgf/cm²、最大は気仙6号の 47×10^3 kgf/cm²であった。個々の試験体の曲げヤング係数と容積密度には相関が認められなかった。北海道産の5クローンの内、曲げ強さおよび曲げヤング係数の大きいクローンはF55号(福島町の略称)で、曲げ強さで569kgf/cm²、曲げヤング係数が 46×10^3 kgf/cm²であり、他のクローンは中庸な値であった。

(平成8～10年度)

(材質科)

I.4.1.2 道産針葉樹材の強度性能評価

Evaluation of Strength Properties for Softwood
Grown in Hokkaido

(平成9年度)

(構造性能科)

I.4.1.3 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て一世代が長いので、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。しかし、木材の性質は形成層の加齢にともない著しく変動するため、単純に初期成長段階のみで評価することは危険である。したがって、初期成長の段階で将来の性質を判定できるか否かを検討する必要がある。

そこで平成9年度は、成木の胸高部位付近から採取した試料の容積密度を測定し、髄からの水平変動を調べた後、内側の未成熟材部と外側の成熟材部との相関関係を調べた。容積密度はデンストメータを用いて、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。さらに髄側から1年輪ごとに各家系間(クローン間)の分散分析を行った。対

象樹種は、カラマツ類10家系、トドマツ10家系、アカエゾマツ10クローン、スギ13クローンとした。結果の概略は以下のとおりである。

- (1) 外側の数年輪(成熟材部)の平均値と内側の各年輪との相関関係を調べた結果、すべての樹種において比較的早期に1%レベルの有意な正の相関関係が認められた。すなわち、カラマツの早材密度で1年輪目、トドマツの晩材密度で2年輪目、アカエゾマツの年輪密度および早材密度で1年輪目、スギの年輪密度および早材密度で2年輪目で有意な相関関係が認められた。
- (2) 髄側から1年輪ごとに各家系間(クローン間)の分散分析を行った結果、カラマツの早材密度で2年輪目、アカエゾマツの年輪、早材、晩材密度で1年輪目から、スギの晩材密度で1年輪目から1%レベルの有意差が認められた。

以上のように、各樹種とも内側の各年輪(未成熟材)と外側の年輪(成熟材部)との間に相関関係が認められ、分散分析の結果からも、早期に家系間(クローン間)で差異が認められることが分かった。

(平成9～10年度)

(材質科)

I.4.1.4 トドマツ精英樹家系の材質

Wood qualities 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、繊維傾斜、容積密度数の測定ならびに軟X線デンストメトリによる年輪解析を行った。北海道立林業試験場植栽の31年生トドマツ精英樹家系48家系184個体を供試木とした。繊維傾斜は、割裂法により1年輪ごとに測定した。容積密度数は、浮力法により、各個体の外側10年輪を5年輪ごとのブロックに分割し測定した。年輪解析は、木口面の試料の軟X線写真を撮影し、デンストメータで密度等を測定した。外側10年輪の密度を評価に用いた。結果の概要は次のとおりである。

- (1) 分散分析の結果、いずれの形質も家系間に1%水準で有意な差が認められた。
- (2) 全個体の平均繊維傾斜度の平均は4.5%で、実用上問題となる値ではなかった。最小値は厚岸

109号の2.8%, 最大値は倶知安1号の10.8%であった。最大繊維傾斜度の平均は9.1%で, 平均繊維傾斜度が高い個体では最大繊維傾斜度も高くなる傾向が認められた。

- (3) 全個体の容積密度数の平均は 321kg/m^3 であった。最大値は浦河104号の 357kg/m^3 , 最小値は苫小牧105号の 280kg/m^3 であった。大きな容積密度数を示す家系が存在した一方, 容積密度数が 300kg/m^3 に達しない家系が4家系存在した。
- (4) 軟X線デンストメトリによる密度解析結果の個体間の比較では, 容積密度数の測定結果とほぼ同様の結果を得た。さらに, 各個体の年輪幅の変動のデータを得た。

(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 the 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。

この試験を通じて, これらの材の性質が既往の報告にある天然生のものと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むく木目と材色を持っていることも明らかになった。

9年度には次の試験を行った。

- (1) ソロモン群島産のカメレレについての加工性能試験, 合板製造適性試験。
- (2) ソロモン群島産のターミナリア, キャンプノスペルマの天然木と, 8年度に試験した同樹種の造林木との比較。
- (3) ハワイ諸島産のユーカリ・ロブスタの材質および加工性能試験。
- (4) 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のボード製造適性試験。

- (5) タイ産のメラルーカ材(天然木)の材質および加工性能試験。

9年度に試験した材には次のような特徴が認められた。

- (1) ターミナリアは材質のバラツキが大であった。
- (2) キャンプノスペルマ天然木の材質は造林木とほぼ同等であった。
- (3) メラルーカは曲げ強さ, 圧縮強さが優れていた。
- (4) ユーカリ・ロブスタは耐朽性が大であった。
- (5) ユーカリ・ロブスタは乾燥性が悪かった。
- (6) カメレレ造林木の柁目板は回転鉋による切削性が不良であった。
- (7) メラルーカの切削性は実用上問題なかったが, シリカを含有しているため, 刃先の磨耗が大であった。
- (8) ターミナリアの木ネジ引き抜き耐力は, 同容積重の広葉樹材に比べてかなり低かった。
- (9) 樹種により接着性に差異が認められた。
- (10) カメレレ造林木は合板用原木としての使用が可能である。
- (11) ボード製造適性を試験した6樹種すべてがパーティクルボードについてのJIS基準を満足した。

また、メリナとターミナリアがOSBについての、モルッカナム、キャンブノスペルマ、カメレレ、メリナがMDFについてのJIS基準をそれぞれ満足した。

(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, 成形科, 耐久性能科,
接着塗装科, 性能開発科)

4.2.2 エンジニアリングウッドの強度性能評価

Evaluation of Strength Properties for Engineered Woods

(平成6～10年度)

(材料性能科)

4.2.3 ロシア産キカンバ材の材質および加工適性評価

The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Yellow Birch from Russia

1990年6月18日付け「日本国北海道とソ連邦ロシアソビエト連邦社会主義共和国との友好的なパートナーシップに関する合意」に基づき実施されている北海道とロシア連邦極東地域との経済協力プログラムでは、北海道とロシア連邦のハバロフスク地方の間で、キカンバ(*Betula costata*)の加工技術の交流が推進すべき案件の一つとしてとりあげられた。

これに基づき、1992年には、北海道林業代表团とハバロフスク地方行政政府および同地方の林業部門代表者との間で、また1993年には同じく北海道林業代表团とダリレスプロム代表者との間で、「(株)ダリレスプロムが北海道へキカンバ原木を20m³程度送付し、林産試験場が製品の試作、および市場調査を行う」ことを合意している。

こうした経緯をふまえ、キカンバ原木(33本, 約10m³)が1997年2月7日にワニノ港から船積みされ、2月13日に苫小牧港に到着し、林産試験場には3月11日に搬入された。

そこで、このキカンバ材について、その材質を把握し、加工適性を評価するための試験を行った。

この試験では、心材部の用材価値を腐朽との関係

で検討することに重点をおき、素材の形質、基礎材質、加工性能、合板製造適性等の試験を行った。また、素材、製材した材、試作した製品を関係業界に提示し、この材料についての業界の評価をつかみ、市場性の有無や程度も検討した。

得られた結果の概要は次のとおりである。

- (1) すべての原木に偽心と木口腐朽が存在し、素材の品等格付けでは1等材が0%、2等材が26.5%、3等材が41.1%、4等材が32.4%となった。
- (2) 製材では、樹心部の腐朽が顕著であり、平均歩留まりは61.8%であった。
- (3) 製材を、○：健全なもの、△：変色があり腐朽の可能性のあるもの、×：変色および腐朽が認められたもの、に分けると、それぞれの割合は○が16%、△が40%、×が44%となった。

は腐朽の程度が比較的軽微なものであるが、顕微鏡観察をすると材に菌糸が確認され、細胞壁が侵されている部分もあった。こうした材は比重や生材含水率が健全材に比べて低く、強度性能も劣っていた。

- (4) 材の乾燥性、切削性には特に問題はなかった。
- (5) 釘および木ネジの引き抜き抵抗は、同じ容積重の広葉樹にくらべて釘は同等、木ネジは小であった。
- (6) 接着強度は規格を満たすが、木破率がやや低かった。
- (7) 塗装については問題なかった。
- (8) 合板製造試験で、原木に逆目や腐朽があると、単板の切削性は大きく低下し、目ぼれが生じ、合板用として使用できないものもあった。
一連の合板製造試験において、その他には特に大きな問題はなかった。
- (9) 変色した材も用いて試作した「文机」の製造では、サンダーがけの際に、変色部の研削量が他の部分よりも若干多かったが、切削、接着、塗装等の各工程では特に問題となるような点もなく、製品としては良好な仕上がりとなった。

以上の結果から、次の様な結論が得られた。すなわち、一般のキカンバ材の品質が、今回の試験材と類似したものであるなら、この材を利用しようとするれば、製材の品質、歩留まり等から、今回のよう

に変色した部分も使わざるを得ず、用途も限定せざるを得ないであろう。また、原木から、腐朽、変色などの欠点部分を除き、残りの材を利用するという方法をとろうとする限りは、現状では、この材は市場性を持ち得ないと判断せざるを得ない。

(平成9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. 4 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年度は規格にあるラミナ構成の範囲内で、原料であるラミナの品質に対し、どのような集成材の製造が適切であるかを判定する手法の確立を目指した。

ここで用いた手法は、以下の手順によるものである。

- (1) 機械等級, 目視等級, 材縁部の節径比別にラミナの枚数を求める。
- (2) 製造する可能性がある集成材のタイプ(構成, 積層数, 等級)を設定する。
- (3) 集成材のタイプ別製造数の組み合わせについて, ラミナの総数に対する, 集成材の製造に使用するラミナの割合(ラミナ使用率)を求める。これを成立しうるすべての組み合わせに対して行う。

なお, ラミナは下位等級のものから割り当てることとし, できるだけ多くの集成材を製造するために, 上位等級ラミナを下位等級ラミナとして扱うことも

考慮に入れている。

林産試験場では, これまでにラミナの強度試験, 集成材の製造試験を行っており, そのときに得られたデータを用いてシミュレーションを行った。カラマツ材についてはヤング係数の分布から, その平均値が125, 110, $95 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ の3つのグループに分けられ, 対称異等級構成, 16層の条件下では, それぞれ等級がE135-F375, E110-F330, E95-F270の集成材を主力として製造する場合にラミナ使用率が最大となった。対称構成と非対称構成を比較してみると, 8, 10プライでは非対称構成の方が高いラミナ使用率が得られたが, 16, 20プライでは大きな差は見られなかった。

(平成9~10年度)

(材料性能科)

I . 4. 2. 5 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るようになり, 接着塗装障害に関する技術相談が増える傾向にある。これらの樹種の接着塗装性能をJIS, JAS規格に基づいて評価するとともに, 接着塗装障害の原因を解明し, その対策を検討することを目的として本研究を行った。

平成9年度は中国産シナノキ材について試験を実施し, 汎用接着剤, 塗料に対する障害について検定した。また成分の分離と精製を行い, 接着塗装障害成分について検討した。結果の概略は以下のとおりであった。

接着剤としてレゾルシノール樹脂系(RF), 尿素樹脂系(UF), 水性高分子ーイソシアネート系(API)の3種類, 塗料としてポリウレタン(PU), アミノアルキッド(AA), 不飽和ポリエステル(UPE)の3種類を用いて接着塗装性能を調べた。ブロックせん断試験のせん断強さに関しては, いずれの接着剤も道産材と中国産材との間に有意差はなかったが, 木破率に関してはAPIで接着した中国産シナノキが低い値を示した。はく離試験では, RF, UFでは道産シナノキと中国産シナノキとの間に大きな差はなかったが, APIでは中国産シナノキ材が道産シナノキ材よ

り高いはく離率を示した。塗膜密着力試験では、PU, AA, UPEの各塗料とも道産シナノキに比べ中国産シナノキの木破率が小さく、木部-塗膜間からののはく離が高い値を示した。

n-ヘキサン、エーテル、アセトンおよびメタノールで中国産シナノキ木粉の逐次抽出を行い、各抽出物をそれぞれ4.56, 0.43, 0.92, 0.75%の収率で得た。

n-ヘキサン抽出物は道産材より中国産材の方が4~5倍程度多かった。ヘキサン抽出物による各塗料の硬化阻害を調べた結果、影響が示唆された。

(平成9~10年度)
(接着塗装科)

I.4.2.6 市販ボードの曲げクリープ試験

Flexural Creep of Commercial Wood-Based Composites in Constant and Cyclic Humidity

近年、合板に替わりOSB, MDF, パーティクルボードなどの木質系ボードが構造用途に使われるようになり、床下地用途では曲げクリープ性能の把握が求められている。特に、実際の使用環境を想定した湿度が変化する非定常状態での曲げクリープ性能が重要である。このため、市販の木質系ボードの非定常状態での曲げクリープ試験を行い、木質系ボードが初期たわみの何倍たわむかを予測した。

供試ボードは、厚さ12mmと15mmの輸入のラワン構造用合板(HPW)、国産の針葉樹構造用合板(SPW)、輸入のOSB、国産のパーティクルボード(PB)、国産のMDF、厚さ24mmの輸入SPW、国産SPW、厚さ30mmの国産PBである。

これらのボード各3枚(3×6尺)から、ボード長手方向と平行に5×50cm(厚さ15mm以下)または15×100cm(厚さ24mm以上)の試験片を木取り、隣接部位のものを静的曲げ試験片、曲げクリープ試験片とした。曲げ試験方法はスパン45cm(厚さ15mm以下)または90cm(厚さ24mm以上)の3等分点2点荷重、積載荷重は建築基準法施行令で定められた住宅床の積載荷重180kgf/m²に相当する荷重である。

試験項目は、静的曲げ試験、定常曲げクリープ試験(20℃・90%RH一定)、非定常曲げクリープ試験(20℃・90%RHと20℃・35%RHの2週間サイクル3回)である。

第4表 木質系ボードの相対クリープ予測値

Table 4. Estimated values of relative creep of commercial wood-based composites.

荷重期間 Loading term	相対クリープの予測値 Estimated values of relative creep	
	合板グループ Plywood	OSB・PB・MDFグループ OSB,PB,MDF
	短期(1月程度) Short (about one month)	2.0
中期(1年程度) Medium (about one year)	2.5	7.5
長期(10年程度) Long (about ten years)	3.5	12.5

非定常曲げクリープ試験結果から、乾湿繰返しを3サイクル行えば曲げクリープたわみを予測できることが分かり、乾湿繰返し3サイクルのデータから求めた曲げクリープたわみ回帰式を用いて、10年後の相対クリープ(10年後のクリープたわみ予測値/静的曲げ試験時の初期たわみ)を算出した。その結果、静的曲げ試験時の曲げヤング係数と相対クリープの関係を見ると、曲げヤング係数に関係なく、合板グループとその他のグループに2分でき、グループごとにほぼ一定値を示した。

このことから、今回程度の積載荷重により、木質系ボードが初期たわみの何倍たわむか(相対クリープ値)は、第4表のように予測された。

(平成9年度)
(成形科)

I.4.3. 木質資材使用マニュアルの整備

Making a Use-Directory for Wood 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

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

木材、木質内装建材を建物の設計に取り入れる場合、それらの長所、使用方法などを解説し、他の材料と比較できる資料は少ない。そのため、メーカーが設計者にそれらの建材に関する情報を求められて

も、すぐに提出できないのが現状である。これらの状況をふまえて、木質材料に関する具体的な資料を設計者に明示し、適切な木質材料をより効果的に使ってもらうための設計資料を作成することとした。

平成8年度は、健康に関する木材、木質材料の資料等の収集、取りまとめを行った。また、道内外の木質建材についてのカタログから、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、これらを取りまとめて設計資料を作成した。

9年度は、内装資材に関する資料を収集することを継続しながら、これらの資料を簡便に使用するための、データベースの作成を行い、10年度に予定している林産試験場のホームページへの掲載のための書式の作成を行った。

(平成8～10年度)

(性能開発科，耐久性能科，接着塗装科，

加工科，合板科)

Ⅱ. 木材産業の体質強化を促進するための技術開発

Technical Assistance for Fortifying of Local Forest Product Industries

Ⅱ. 1. 生産技術の改善・開発

Improvement and Development of Manufacturing Technology

Ⅱ. 1. 1. 切削技術の改善・開発

Improvement and Development of Cutting Technology

Cutting Accuracy

現在、帯鋸盤で広く使われているセリ装置は、カシヤ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^{すき}の隙間が必要であり、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ている。

平成9年度は、装置の基本設計を中心にセリ駒本体の材質、形状の検討、空気噴射ノズルの材質、形状、ノズル数の検討を行った。

(平成9～10年度)

(製材科、機械科)

Ⅱ. 1. 1. 1 AEを用いた帯鋸の異常判断

Detection of the Failure of a Bandsaw by Measuring the Acoustic Emission

帯鋸^{のこ}の亀裂^{きず}の検出技術を開発する基礎試験として、AEテスターを用いたイベントモニターによる解析を行った。試験方法として鋸身にAEセンサーを直接取り付け、帯鋸盤で緊張および弛緩^{しかん}する際、イベント発生数および発生率を測定した。帯鋸を製造する際、圧延や腰入れ等の処理を受けており、AEの発生数は少ないと考えられる。したがって、少ないイベントを効率よく拾うことが必要となる。しかしながら、亀裂部分で発生するイベントより、鋸車と鋸身の摩擦によるノイズが影響し、感度の調整だけでは亀裂の有無による差を見いだせなかった。鋸車と鋸身の摩擦によるノイズは、鋸車に対する鋸身の位置を変えず、同じ状態で緊張・弛緩を繰り返すことで減少した。しかし、亀裂で発生するAE自体もカイザー効果によって減少すると考えられ、緊張・弛緩による摩擦ノイズ減少法は有効といえない。この点から、亀裂の有無を検出するには、亀裂で発生する波形と各種ノイズの周波数解析が必要と考えられる。

(平成9年度)

(製材科)

Ⅱ. 1. 1. 2 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

Ⅱ. 1. 2. 粉碎技術の改善・開発

Improvement and Development of Pulverizing Technology

平成9年度取り組み研究テーマなし。

Ⅱ. 1. 3. 乾燥技術の改善・開発

Improvement and Development of Drying Technology

Ⅱ. 1. 3. 1 木材高温乾燥の実用化技術の開発 (中小企業庁補助)

Development of Practical High Temperature Wood Drying Technology

本課題では、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。その結果、以下の条件はいずれも材面割れの発生が顕著となり不適と判断された。①低温から段階的に温度上昇させる従来型スケジュール、②昇温・降温の繰り返し型スケジュール、③低湿度条件など。

これらの成果を踏まえ、平成9年度は新たに導入した高温乾燥装置（収容材積約5m³）を用いて、実大による高温乾燥試験を以下のとおり行った。

(1) トドマツの高温乾燥試験

① 材料と試験方法

乾燥試験に供試した材は、トドマツ人工林の末口径14～24cmの中径木から、乾燥後、モルダー^{ほうさく}鉋削により105mm正角材に仕上げることを前提として、断面寸法114mm、長さ366cmの心持ち正角材を木取り用いた。一回の試験に用いた供試材数は60体とした。乾燥スケジュールは、中温乾燥を比較条件とし、高温乾燥スケジュールを第1表のとおり7条件設定した。また、狂い抑制、歩留まり向上を図るため、高温条件1～4では試験材の半数（30体）について圧縮乾燥（重錘約4.5トン、栈木の単位面積当たりにかかる圧力約2.5kgf/cm²）を実施し、非圧縮材と比較した。条件5～7はすべての材について圧縮乾燥を同条件で実施した。乾燥特性は、含水率、水分傾斜、狂

い（ねじれ、曲がり）、割れ、曲げ強度、変色等を乾燥後、養生後などに測定し、乾燥条件間で比較を行った。

② 結果および考察

乾燥前の平均含水率は約60%であったが、個々の試験材は約30%から100%を超えるものまでいずれの条件もバラツキが大きい。このため、仕上がり含水率にバラツキが認められる（第1図）。したがって、仕上がり含水率のバラツキを抑止するためには、(a) 初期含水率の均一化、(b) 十分な乾燥時間の確保（適正な仕上がり含水率）、(c) 乾燥後は鉋削しない状態で十分な養生期間を設ける、などの対策を講じる必要がある。

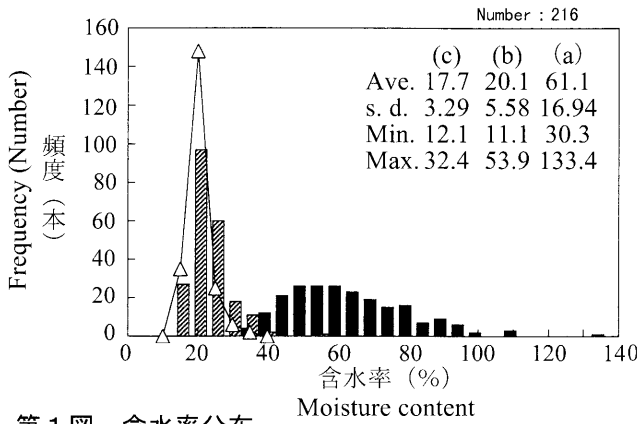
水分傾斜は、中温条件に対し高温条件は樹心寄りに水分が残留する傾向であった。この内部水分の状態から養生期間中に表層と中心の含水率差で5%以内となるのは、外気温の影響で多少の違いはあるが放置後約4か月以降とみられた。

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小さい値を示した。また、圧縮乾燥によって、ねじれは3～4割程度抑制された。80日経過後のねじれは、放置期間中の含水率低下に伴いすべての条件で増加した。これは含水率変化に起因するものであり、未乾燥材の出現や仕上がり含水率のバラツキをできるだけ小さくするなどを考慮すれば、鉋削前の養生期間の設定は重要である。

曲がりも同様に、圧縮乾燥によりいずれの条件も抑制され、また心去り材で比較的大きな値を示した。

第1表 乾燥条件
Table 1. Kiln drying schedules.

	中温条件 Conventional temp.schedule	高 温 条 件 High temp.schedules						
		条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6	条件 7
乾球温度(°C) Dry-bulb temp.	55～70	150～90	145～80	130～90	130～80	120～80	120～80	140～80
乾湿球温度差(°C) Wet-bulb depression	2～14	52～2	47～2	30～2	30～2	20～2	22～2	42～2
蒸煮時間(h) Steaming time	0	8	8	2	2	2	10	10
調湿時間(h) Conditioning time	24	66	118	61	45	48	26	38
合計時間(h) Total drying time	400	88	141	98	93	71	72	72

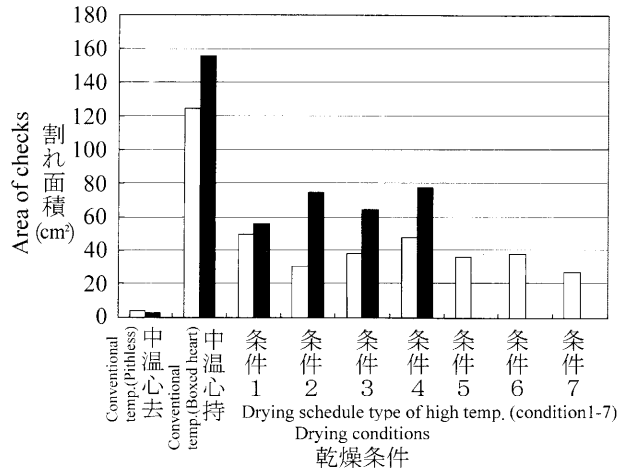


第1図 含水率分布

凡例：■：生材（a），▨：乾燥後（b），△：養生3か月後（c）

Fig. 1. Distribution of moisture content.

Legend: ■:Green; ▨:After drying; △:3months after drying



第2図 割れ面積（木口+表面）

凡例：□：圧縮，■：非圧縮

Fig. 2. Area of surface and end checks.

Legend: □:Restraining; ■:Non Restraining

第2表 効率的な高温乾燥スケジュール（針葉樹心持ち正角材）

Table 2. Effective 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 Step 1	100 (ヒータ off)	100	2	初期蒸煮 Initial steaming
段階2 Step 2	97～99 (ヒータ off)	97～99	8～12	蒸煮 Steaming
段階3 Step 3	140	98	3～5	昇温・乾燥 Raise the temp. and Drying
段階4 Step 4	105～120	98	25～60	乾燥 Drying
段階5 Step 5	98	98	1～4	降温第1段階 First step of dropped temp.
段階6 Step 6	80	78	約8	降温第2段階 Second step of dropped temp.
段階7 Step 7	80	76～78	24～48	調湿処理 Equalizing and Conditioning
段階8 Step 8	制御停止 Control off	制御停止 Control off	24～48	冷却（高湿度保持） Cooling (Preserve 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

表面・木口割れは，いずれの条件も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（心持ち材）に比べ少ない結果が得られた（第2図）。特に，木口割れの抑制効果が高温条件で顕著に見られた。また，内部割れが高温条件に発生した。

高温乾燥材の曲げ強度は，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1は，大きく低下した。すなわち，140～150°Cの高温で長時間（本試験では約7～12時間）

の処理を行うと，強度を大きく低下させる可能性を示唆した。また，120°C程度の処理によっても中温条件に比べ1割程度の強度低下は免れないものと思われる。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の材料強度（曲げ強さ：225kgf/cm²）を下回るものはなかった。

乾燥後の材色を表面および鉋削量ごとに，L* a* b* 表色系で検討した。高温条件の明度指数L*は，材内の中心部に至るまで中温条件に比べて低い値を示し

た。また、高温条件のL*は、材表面を1mm削ることにより大きく上昇したが、それ以上鉋削してもほぼ一定値を示した。クロマティクネス指数a*,b*は、高温条件の方がいずれも高い値を示し、中温乾燥材に比較すると、やや暗色で彩度が高い。また中温条件に対する色差では、全般にその差は明瞭であった。

(2)道南スギの高温乾燥試験

トドマツとほぼ同様の試験方法で行った。

乾燥スケジュールは中温条件(50~70℃)と、高温条件(80~140℃)の2条件とし、試験材数は1条件につき29体を用いた。

結果を要約すると以下のとおりであった。

- ① 含水率、水分傾斜および狂いなどはトドマツとほぼ同様の特徴が見られた。
- ② 表面、木口割れともに、高温条件が中温条件の材に比べ少ない傾向で、トドマツに比べても約半分の発生量となり有効であった。しかし、スギに関して全国的には本州産のものが大部分で、材質上の産地間特性が著しいことから、今回の結果をすべてのスギ材にあてはめ理解することは避けるべきである。
- ③ 曲げ強さは中温、高温で差がなくいずれも平均約350kgf/cm²となり、材料強度を下回るものはなかった。
- ④ 明度指数L*はトドマツに比べると、全般的に低い値を示し、濃く暗い色相いとなった。

(3)効率的な高温乾燥スケジュール

これまでの試験経過から、針葉樹心持ち正角材に対する効率的乾燥スケジュールを第2表のように組み立てた。

(4)乾燥コストの検討

トドマツ心持ち正角材の乾燥試験から導かれた、乾燥日数、エネルギー消費量および設備費等から、中温と高温条件の間で乾燥コストの比較を行った。

コスト算出にあたっては、年間処理材積を一致させる形で、単位材積あたりの乾燥コストを求めた。年間生産量は、道内の製材工場(年間の平均処理原木8,000m³)における平均値として1,470m³(製材歩留まり、人工乾燥材の普及率等を勘案)を設定した。乾燥日数は中温条件が13.5日、高温条件を4.5日とした。その結果、1m³あたりの乾燥コスト(直接費と間

接費の合計)は従来の中温条件で約11,000円、高温乾燥では約8,600円となり、従来の乾燥方法に比べ高温乾燥によって約22%のコスト削減を図ることができるものと試算された。

(平成8~11年度)

(乾燥科)

II.1.3.2 連続水分測定装置を用いた水分管理技術の検討

Development of Continuous MC Measurement System

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り、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。本研究では、木材の乾燥後における水分管理を目的として連続型水分測定装置の開発を行っている。

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ー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ーに送り込む。センサー部は(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ーにより材の含水率を測定する。振り分け部はセンサー部の測定結果を基に材を任意の方向に振り分ける。

平成9年度は広葉樹フローリングを想定した、幅160mm、厚さ20mmのナラ材を目標含水率5,10,15%に変化させて測定し、測定精度を検討した。この結果、次のことが判明した。

- (1) 材一本あたりの含水率の測定精度は±3%程度に収まっている。
- (2) 材の長さ方向の水分測定値は材の含水率変動に応じて変化すべきであるが必ずしも一致しない。
- (3) 水分センサーに大きなノイズが載るが、これはベルト走行速度制御用のインバーターによるものであった。

- (4) 水分センサーの出力を大きくするためには材と電極の接触をよくすべきであると推測された。
以上の結果を基に10年度は装置を改良し、実用化を目指す予定である。

(平成8～10年度)
(乾燥科)

II.1.4. 注入技術の改善・開発

Improvement and Development of Impregnating Technology

II.1.4.1 円柱材用針式インサイジング装置の開発・実用化（民間受託）

Development of Needle Incising Machine for the Round Wood

(平成8～9年度)
(機械科, 置戸林産流通加工協同組合)

II.1.5. 接着技術の改善・開発

Improvement and Development of Gluing Technology

平成9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9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 木球製造装置の開発

Development of Machine Tool for Roundish Wood Block

木球は丸みのある木材小片である。木工場から排出される端材の有効利用の一つとして木球が挙げられる。用途は、寒冷地の幼稚園における木の砂場、ヒノキを球状にした芳香材、ビーズ細工のように織り込んだ指圧器具等がある。しかし、木球は高価である。原因は製造装置が高価であり、またその生産能力、生産効率も低いと思われる。

本研究では、生産能力が高く、球のみならず様々な形状の丸み加工のできる安価なNC旋盤を開発する。

仕様は以下のとおりである。

制御 マイクロコンピューター制御

能力 1個/分

加工形状 球, 卵型, サイコロ型 etc.

付帯機能 集塵装置, 仕上げ装置

現在、マイクロコンピューターと旋盤の信号を仲介するインターフェースを製作中。

完成は平成11年度の予定。

(平成7, 9, 11年度)
(機械科)

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

平成9年度取り組みテーマなし。

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

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9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 38 社である。

(1) 調査項目

- ① 入手した材料の天然乾燥場・保管場での管理方法
- ② 乾燥スケジュールの調査
- ③ 加工工程における管理方法
- ④ 仕上げ後における製品の管理方法
- ⑤ 納品場所までの輸送方法

(2) 調査結果

- ① 製品の品質を特に重視している家具メーカーは、1年以上の天然乾燥を行った後、さらに人工乾燥を行っている。
- ② 人工乾燥のスケジュールについては、これまでの経験に頼っている家具メーカーが多い。この点については、乾燥担当者の人材育成が必要と考える。
- ③ 製品の品質を特に重視している家具メーカーは、人工乾燥末期の調湿処理に長時間（24～48時間）のコンディショニングをするか、または人工乾燥後に1～3か月の養生期間をとり、確実に乾燥応力を除去している。
- ④ 仕上げ後より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。

- ⑤ 多くのメーカー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。

以上の結果をもとにさらに調査を進め、実用的な品質管理方法についての指針を提案できるようにする予定である。

(平成9～10年度)

(乾燥科)

II. 2.3. 集成材製造工程の合理化

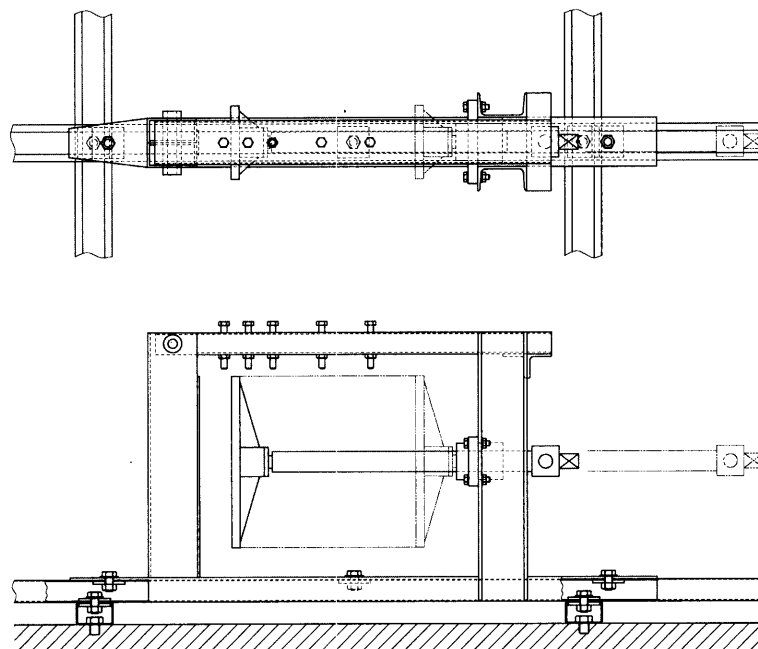
Rationalization of Manufacturing Process for Laminated Wood

II. 2.3.1 わん曲集成材の製造技術と用途開発

Development of Technology for Producing Curved Glued-Laminated Timbers and Enlarge of Their Uses

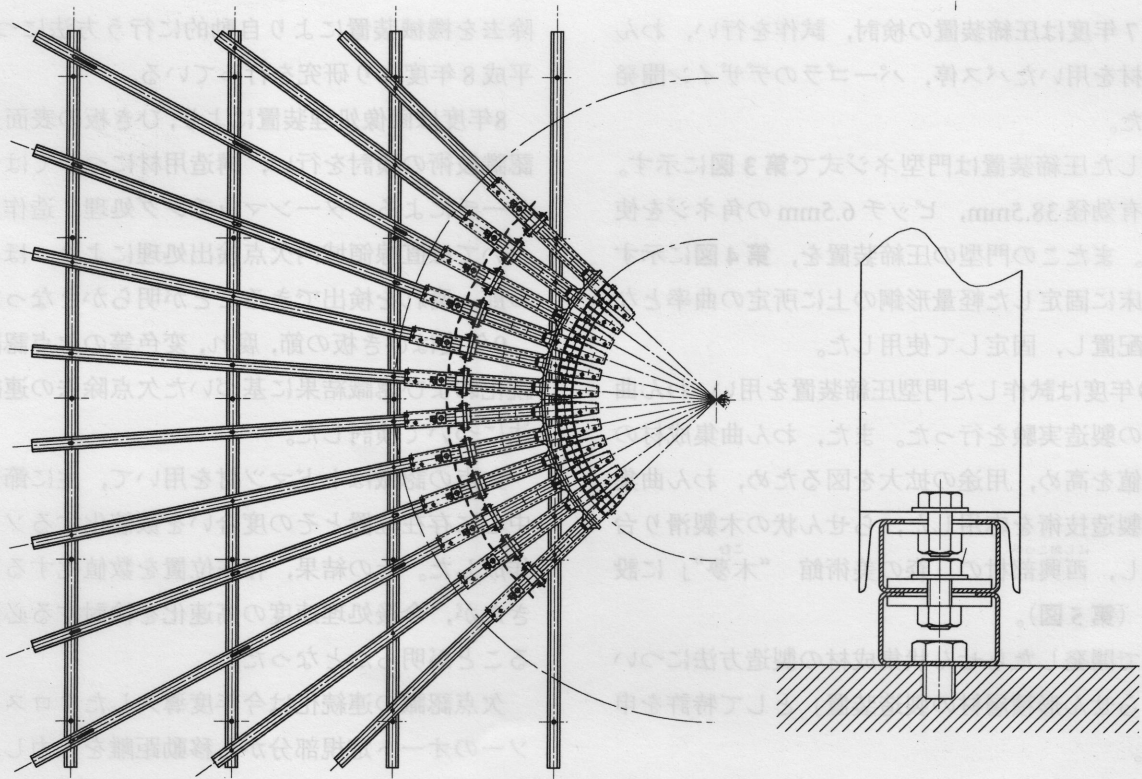
わん曲集成材製造における圧縮装置についての現状は、大断面集成材製造用の大がかりなもの、あるいは家具、建具用の小規模な圧縮装置の両極しか見当たらない。

ネジ式クランプを用い、小規模で簡易な圧縮装置を開発し、中小断面のわん曲集成材の製造技術を確認して新しい用途を提案する目的で研究を行った。



第3図 門型圧縮装置

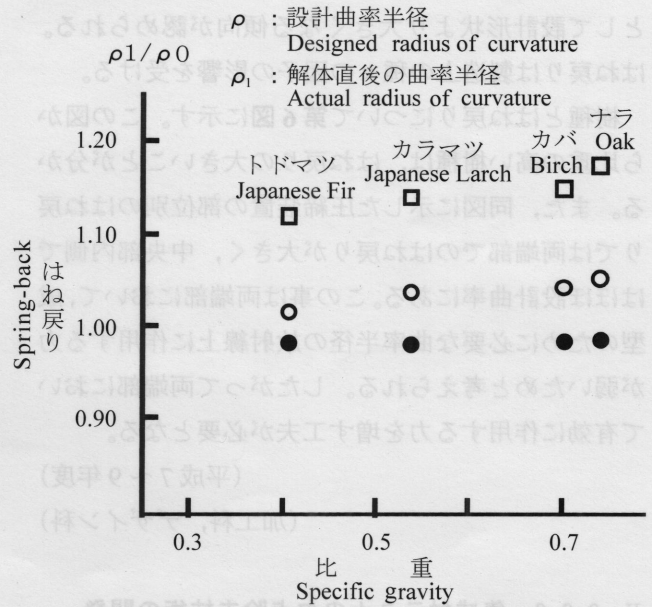
Fig. 3. Frame press.



第4図 門型圧縮装置の配置
Fig. 4. Arrangement of frame press.



第5図 木製らせん滑り台
Fig. 5. Wooden spiral slide.



第6図 樹種とはね戻り

注) : ラミナ厚 : 10mm, 10ply, 接着剤 : 水性ビニルウレタン樹脂, 曲率半径 : 1000mm

凡例 : □ : 端部, ○ : 平均値, ● : 中央部内側

Fig. 6. Relation between species and spring-back.

Note: Lamina: 10mm; Thickness, 10ply; Adhesives: API; Designed; radius of curvature: 1000mm.

Legend; □: Edges; ○: Ave.; ●: Inside

平成7年度は圧縮装置の検討，試作を行い，わん曲集成材を用いたバス停，パーゴラのデザイン開発を行った。

試作した圧縮装置は門型ネジ式で第3図に示す。ネジの有効径38.5mm，ピッチ6.5mmの角ネジを使用した。またこの門型の圧縮装置を，第4図に示すように床に固定した軽量形鋼の上に所定の曲率となるよう配置し，固定して使用した。

8～9年度は試作した門型圧縮装置を用い，わん曲集成材の製造実験を行った。また，わん曲集成材の付加価値を高め，用途の拡大を図るため，わん曲集成材の製造技術を応用した，らせん状の木製滑り台を試作し，西興部村の「森の美術館“木夢”」に設置した（第5図）。

ここで開発したらせん状集成材の製造方法については「らせん形積層材の製造装置」として特許を申請した。

わん曲集成材の製造では設計とおりの形状に成型することが必要である。しかし接着が完了し，圧縮装置からわん曲集成材を取り外すと，直線に戻ろうとして設計形状より大きくなる傾向が認められる。はね戻りは製造上の種々の因子の影響を受ける。

樹種とはね戻りについて第6図に示す。この図から比重の高い樹種は，はね戻りの大きいことが分かる。また，同図に示した圧縮装置の部位別のはね戻りでは両端部でははね戻りが大きく，中央部内側ではほぼ設計曲率にある。この事は両端部において，成型のために必要な曲率半径の放射線上に作用する力が弱いためと考えられる。したがって両端部において有効に作用する力を増す工夫が必要となる。

（平成7～9年度）

（加工科，デザイン科）

除去を機械装置により自動的に行う方法について，平成8年度より研究を行っている。

8年度は画像処理装置により，ひき板の表面欠点の認識技術の検討を行い，構造用材についてはグレーサーチによるパターンマッチング処理，造作用材については直線領域内欠点検出処理により，ほとんどの節・腐れを検出できることが明らかとなった。

9年度はひき板の節，腐れ，変色等の欠点認識の連続化および認識結果に基づいた欠点除去の連続化方法について検討した。

欠点の認識はトドマツ材を用いて，主に節部分を中心に存在位置とその度合いを数値化するソフトを作成した。その結果，存在位置を数値化する事ができたが，今後処理速度の高速化を検討する必要があることが明らかとなった。

欠点認識の連続化は今年度導入したクロスカットソーのオート定規部分から移動距離を入力し，その際の木材表面の欠点位置を画像処理で算出して木材全体に占める欠点部分の位置を算出する方法で行った。この際，画像処理で一度に捉える部分は長さ方向で300mmに設定し，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とした。しかし，境界部分に欠点があると認識されない場合があることが確認されたため，測定部分をできるだけ重複させることとしたが，実験の結果，25m/minの速度では200mm間隔での測定が限界であった。移動距離の検出方法，測定アルゴリズムは他の方法を含めて再考する必要がある。

また，切断工程の自動化に関しては切断位置への材料の移動は問題なく行えた。

（平成8～10年度）

（機械科）

2.3.2 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

集成材用ひき板は通常熟練者の目視により，節・腐れ・変色・割れ・曲り・ねじれ等を判断して欠点除去を行っているが，中小径低質材等を対象とした場合，これらの欠点が多く，この工程に多くの人員を必要とする。このため，これらの欠点の検出，判断，

2.4 合板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Plywood

平成9年度取り組み研究テーマなし。

2.5 成形板製造工程の合理化

Rationalization of Manufacturing Process for Board

II. 2. 5. 1 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

この研究は、パネルの量産化にあたって最大の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。

平成9年度の試験内容および得られた成果の概要は以下のとおりである。

- (1) 現状の作業工程を分析し、原料を自動的に均一に堆積・平滑化する方法を検討した。振動法、および掻きならし法の両者によるフォーミング実験を行った結果、掻きなら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。
- (2) 前記の結果に基づき、フォーミング用型枠を900×900mmの大きさにスケールアップし、実際の生産に類似させてパネルの試作を行った。熱圧成形後にパネル厚さおよび比重の測定等を行い、製品の品質を評価した。今回設定したほぼすべての条件で、厚さムラの少ないパネルを作ることが出来た。また、重量のバラツキも少なかった。
- (3) 装置に付着する原料の簡易な除去方法を検討した。その結果、混合機、成形型枠等をテフロン樹脂で被覆する、あるいは、接着剤が機器に直接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によって、除去、はく離が容易になることを明らかにした。
- (4) 振動法および掻きならし法の両者によるフォーミング実験の結果、ならびに実際の設置場所やコスト面の制約等を総合的に勘案し、装置の概念設計を行った。

これらの成果をもとに、10年度は実用試作装置を用いて製造試験を行う予定である。

自動フォーミング装置が開発されれば、大量の建築解体材や廃タイヤを処理することが可能となり、環境問題の解決に一層貢献することができるものと思われる。

(平成9～10年度)

(米田主任研究員, 成形科, 機械科,

接着塗装科, サンフロア工業(株))

II. 2. 6. 加工工程の合理化
Rationalization of Processing

II. 2. 6. 1 低質・未利用広葉樹の有効利用に関する調査研究

Surveys for Better Utilization of Lower-Grade
and Lesser-Used Hardwood

低質・未利用広葉樹の供給・利用の実態、および関連業界の意向を調査し、技術開発に必要な研究課題を抽出することを目的に調査を行った。

なお、本テーマで「低質材」とは、パルプ・チップ材とほぼ同義であり、素材としてJASに規定されない材一くず材(形状が不定で、利用価値の低い材)および欠点が大の材(くされその他の欠点で、材積の50%以上が使用できないもの)のことである。「未利用材」とは、ミズナラ、シナノキ、カンバ、セン、カツラ、ブナ、ヤチダモ、ニレ、イタヤなどを除いた蓄積量の少ない樹種を指している。

聞き取り調査の対象には、素材を供給する側として道有林管理室、それらを一次加工する製材業4社、および家具製造などの二次加工の立場から旭川市工芸指導所(現在、旭川市工芸センター)を選んだ。また、文献資料によりこれまでの利用実態を調べた。

得られた成果の概要は以下のとおりである。

- (1) 未利用材がこれまで建築や家具の用途に広く使われない最大の原因は、量がまとまらないことにある。
- (2) 単一の樹種としては使われ難いこれらの材を利用する一つの方法として、材質的に類似した樹種をグループ化し、量の確保を図ることが考えられる。それには多くの未利用樹種について比重や強度、硬さ、材色など、利用上の指標に基づいた材質試験を行い、データを蓄積することが必要である。
- (3) 低質材利用は木材業からの実感のあるニーズにはなっていない。道産優良材の不足を相対的に価格の安い中国やロシア、北米からの輸入材で対応しているのが実態である。
- (4) 一方、林産試験場ではこれまでに低質・未利用

材の利用に関して、製材から加工に至る一連の試験研究を行い、それぞれの分野で技術上の成果をあげている。しかし今回の調査によると、木材業が強く望んでいるのは、短尺・乱尺材に対応した「自動積み装置」、「効率的な仕分け装置」の開発など材料の運搬の合理化や、動作中のムダの徹底的な排除である。今後、作業工程の調査分析を通してこれらの問題点を吸い上げる必要があるものとする。

(5) 製材関連の取り組みのほかに、単合板としての利用にも重点を置くべきである。この分野では、

もともと短い材を使用しており、製造に関しては既存の装置でかなりの部分に対応できるものと考えられる。製品として建築内装材、家具材、学校用器材、玩具、その他の木製品など用途も広い。

(6) なお北米、オーストラリアでは、低質材は主にパレットの用途に使われている。また、製紙やMDF、OSB用のチップ以外にも薪としてかなりの量が使われている。

(平成9年度)

(米田主任研究員、葛西主任研究員、高橋主任研究員、丸山主任研究員、松本主任研究員)

II. 3. 開発製品の市場性の評価

Assesments of Market-Performance of Developed Products

II. 3. 1. 市場性の分析

Analysis for Market-Performance

II. 3. 1. 1 木材需給の動向調査と道産材の利用方向

The Research of Trend of Wood Supply and Demand and the Direction of Use of Wood Grown in Hokkaido

本道の木材業は、天然木から人工林材（並材）へのシフト、労働時間短縮の流れから、現在のままで生産方式ではコストアップにつながり、輸入材に対する価格競争力を失い、今後経営的に一層厳しくなる。これに対処するためには、生産方式を含めた抜本的な改善を図る必要がある。そこで製材・加工に至る一連の工程について、全道レベルの中で生産供給方法の見直しを行い、コスト削減・企業存続の可能性を検討した。

まず、今後10年間の木材需要量の推定を行った。厚生省・民間のシンクタンク等の推計資料では、今後10年間で本道木造住宅着工戸数は96年現在の47千戸から25千～35千戸に減少すると予測している。桝組壁工法住宅戸数については、先の予測値をもとに道内の同割合の推移、工務店への聞き取り調査の結果から木造住宅の25%を占めるものとした。

このことから平均1戸当たり木材使用量21m³を乗

じると、木造住宅用材の総量は525千～735千m³となり、この内、桝組壁工法材は131千～184千m³になると計算される。

つぎに、その需要量を前提とした製材工場のあるべき姿を設定した。中小径木対象の製材工場で輸入製材に対して価格競争力を持ち、かつ経営的に成り立つ規模を設定した。コスト試算の結果、原木消費量12,000m³の工場で製品価格45,000円/m³が可能と試算された。このタイプのみであれば、製材工場は130社程度で足りる。加えて、カラマツを除く移出量を現状の150千m³とすると、160社程度でよい。

また、梁などの中断面製材が人工林材から当面得られにくいことから、それに対応する集成材工場を設定した。設備補助を6割得ることが前提であるが、地元密着型で年間生産規模1,500m³の集成材工場であれば、売上高約1.7億円、売上高対営業利益率3.4%となり経営的に成り立つと考えられた。

今後見込まれる製材需要量の中で、1戸建て木造住宅に占める構造材使用量は296千～413千m³（製材需要量の75%、桝組壁工法除く）となる。この構造材の需要量の内、3割を集成柱・梁で代替させると、11～15社のラミナ専門製材工場および60社から82社の集成材工場（製品1,500m³規模）の創出が期待できる。その他、桝組壁工法用横架材は52千～74千m³の需要が見込め、これの3割を道産幅はぎ材を使

用すると製材工場5～7社、道産I形梁で代替すれば同2～3社の創出が期待される。

(平成7～9年度)

(経営科)

II. 3. 1. 2 皮付きチップによる低コスト暗渠疎水材

Reducing the Manufacturing Cost of Filter Material for Underdrainage with Utilization of Wood Chips Blended with the Bark

木質チップの新たな需要を創出するため、暗渠疎水材としての活用が現在進められている。木質チップは、暗渠疎水材としてモミガラ・砂利等の他材料に比べて材質的に遜色はないが、比較的高価であることが普及を妨げる要因となっている。そこで、カラマツ間伐材を剥皮せず、樹皮付きでチップを製造することで低コスト化が図れるかを検討する。

(1)生産の手段

旭川市近郊のチップ工場を現地調査し、得られたデータをもとに、以下の生産方法での製造コストを検討した。

①既存の剥皮（白）チップ、皮付き（黒）チップ工場

②移動式チップパー

(2)生産の条件

生産の条件を次のように設定した。

①チップ工場

- ・原木材積中、木部：樹皮＝9：1（実材積）
- ・チップの嵩材積は、原木実材積に対し3倍
- ・樹皮の嵩材積は、原木実材積に対し4倍
- ・原木価格：5,500円/m³
- ・剥皮した樹皮は、粉碎
- ・通年稼働(粉碎器含む)
- ・原価に占める原木費の割合：67%

②移動式チップパー

- ・樹皮付きチップの嵩材積は、原木実材積に対し3.1倍
- ・チップ生産量：3,000嵩m³/年
- ・原木価格：5,500円/m³
- ・機械価格：2,200万円
- ・従業員：2名

第3表 移動式チップパーによる皮付きチップの製造原価（円/嵩m³）

Table 3. Manufacturing Cost of Wood Chips with Bark by Mobile Chipper (yen/bulk m³).

原木価格 Log Price(yen/m ³)	補助率(%) Subsidized Rate		
	0	60	100
5,500(円/m ³)	3,555	3,115	2,822
0	1,780	1,341	

・年3か月稼働

・その他燃料、オイル消耗品、刃物消耗品費

なお、チップ工場での剥皮率は、白チップ工場で100%、黒チップ工場で60%とし、チップのサイロ渡し価格は白チップ2,866円/嵩m³、黒チップ2,700円/嵩m³とする。

(3)結果

①チップ工場

皮付きチップ価格は、白チップ工場では2,725円/嵩m³、黒チップ工場では2,619円/嵩m³となった。

②移動式チップパー

移動式チップパーを用いた場合のコストを第3表に示す。補助率0、原木価格5,500円では、製造原価は3,555円/嵩m³となり、現状の白チップよりはるかに高価であるため、市場で受け入れられない。

既存のチップ工場では、暗渠用は工期が限定され、需要が集中することからストック期間が長期化する。

これを避けるためには製造を短期間に集中して行う必要があるが、そのための製造規模拡大には設備投資がかさむ。また、原木を別途事前に手配することで、金利負担分も考慮すれば、既存チップ工場での暗渠疎水材用チップは、本コスト試算以上に厳しいものとなる。

移動式チップパーでの検討では、機械購入の際に補助金が適用されたり、原木に林地残材を使用することで原木価格を0とすれば、価格的に可能性が出てくる。

(平成9年度)

(経営科、道林務林産課)

II. 3. 1. 3 輸入広葉樹材の利用実態調査

The Investigation for the Utilities of Imported Hardwood

近年、広葉樹においても道産資源を補完する形で、米・中国・ロシアからの輸入量もかなりのものになっている。また、業界から、「購入した輸入材が道産材と同様に取り扱えかどうか」等の技術相談が多く寄せられている。しかし、これら輸入広葉樹の価格形成や用途に関する情報が不足しているため、これらの実態を調査する。

(平成8～10年度)
(経営科)

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

Production of Squares (Shokaku) from Small Logs

平成8年に「構造用集成材の日本農林規格」が制定され、集成材製造のコスト削減への新たな道が開かれた。そこで木造軸組構法における柱材として、トドマツ人工林材を用いた3層構成の10.5 cm角小断面構造用集成材を製造した。

原木は材長3.65 m、径級11～22 cmのトドマツを使用した。41 × 115 mmで製材したラミナを高温条件（乾球温度110℃、目標含水率15%）で乾燥し、36 × 110 mmに仕上げた。JASに基づき、目視および機械区分で格付けし、水性高分子イソシアネート系樹脂で接着した。今回は通しラミナのみを用い、

JASに準じた製品以外に、規格外のラミナからも集成材を製造し、性能評価を行った。

3層集成材の曲げ破壊試験を行ったところ、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（曲げ強さ225kgf/cm²）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。

以上の結果より、トドマツの中小径木からJASに準じて製造した集成材はもちろん、規格外のラミナから製造した集成材も柱、あるいは平使いでの横架材として十分使用可能であることが示された。等級区分を行う方法としては、JAS規格に適合するラミナの歩留まりが高いこと、製品の強度を明確に規定できることから目視区分より機械区分による等級区分が適切であることが示された。

次に上記断面寸法の3層用に加え、4層用26 × 110mm、5層用21 × 110mmのラミナを集成して管柱、梁を生産量3:7の割合で製造する場合のコスト試算を行った。製造方法としては、小・中径木専門製材工場から各厚さ原板（使用割合3:4:5層=3:3:4）を、平均29,300円/m³で購入し、乾燥、集成化する集成材工場（年間生産量1,500m³、機械・設備額補助6割受け後1.6億円）を設定した。

試算の結果、製造コストは平均で管柱109,000円/m³、梁112,400円/m³となった。このうち3層用ラミナを使用した製品は、管柱87,000m³、梁92,200円/m³と安価になる。管柱では逆ざやになるが80,000円/m³、梁130,000円/m³で売上げたとすれば、売上高対利益率は3.4%となり、企業化の可能性が出てくる。

10年度は、積層数を変えて性能評価を行う。

(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 実用生産機を用いた油吸着材の応用製品の開発（共同研究）

Development of the Applied Products of Oil Adsorbent Derived from Wood Manufactured by the Commercial Equipment

林産試験場が開発した木質油吸着材の実用化に向けて、実大規模での原料ファイバーの製造条件、また平成7年度に開発した木質油吸着材の実用生産機での製造条件について検討した。

また、木質油吸着材の需要拡大を図るため油吸着材の応用製品の開発、油以外の物質に対する吸着材としての利用についての検討を行った。

さらに、木質油吸着材の生産工場の建設に向けて、原料ファイバーの製造を含めた木質油吸着材の製造システムについての検討を行った。

ファイバー製造は蒸気圧9kgf/cm²、7分で蒸煮してリファイナーで解繊する処理が適当であった。熱処理については、粗いファイバーの場合はこれまでの標準的な処理条件では、原料供給量を減らす必要があった。

原料樹種の違いについて、カラマツのファイバー製造、熱処理について、実験室的規模での検討を行った結果、トドマツと同様のファイバーの製造が可能であり、油吸着材としても同程度の物が得られることを確認した。

油吸着材を利用しやすいようにするため、バイン

ダーとして酢酸ビニル、澱粉^{でんぷん}、コーンスターチを用いてマット状に成形する方法、また熱処理副産物のタールをバインダーとして利用することを検討した。

その結果、バインダーを20～30%添加することにより成形可能であり、油吸着量は比重にほぼ反比例した。吸水量は酢ビを用いたものは船査52号の油吸着材の性能基準を満足するが、コーンスターチを用いたものは水でバラバラになった。この性質を生かした用途があれば利用も考えられる。タールを用いた場合も成形可能であった。

マットの引張試験では、比重が高いほど強度は高くなった。酢ビを用いた場合が最も強度は高かったが、性能基準には達していない。

木質油吸着材の製造システムについては、機械メーカー等と打ち合わせながら検討し、製造システムを提案した。

この検討結果を基にして、北海道森林組合連合会が9～10年度で木質油吸着材製造工場の建設を計画した。9年度にはファイバー製造装置を導入し、熱処理装置は7年度の木材加工新技術事業で導入した装置を利用して木質油吸着材の生産工場を建設した。

10年度には熱処理装置を増設して、11年度から年間100トンの本格生産に入る予定である。

(平成8～9年度)

(中村主任研究員、物性利用科、

成形科、機械科、経営科、

北海道森林組合連合会、(株)札幌緑翠社)

Ⅲ．1．1．2 木質系多機能炭化物の利用技術開発（共同研究）

Utilization of Carbonized Wood Fiber for the Absorbent of Environmental Pollutants

小径間伐材や残廃材等の有効利用を目的として、これらの木質物を炭化処理し、環境浄化用資材として利用する方法を検討した。また炭化物マットの製造条件について検討した。平成9年度は以下の3つの試験を行った。

- (1) カラマツの心材と辺材のファイバー、カンナくず、チップダストについて350℃の電気炉で炭化し、油吸着量を測定した。その結果、カラマツの心材と辺材のファイバー炭化物は、A重油、マシン油等に対し、トドマツファイバー炭化物に近い吸着量を示し、カラマツファイバーもトドマツファイバーと同様な油吸着材となり得ることが分かった。カンナくず、チップダストの炭化物は、A重油に対し、トドマツのこくず炭化物の吸着量と同等の約4g/gの吸着量であり、油吸着材としての能力は小さい。
- (2) トドマツファイバーの1200℃炭化物に酢酸ビニル樹脂接着剤を20～30%配合し、比重0.2～0.4のマットを作成した。また粉末フェノール樹脂接着剤を50%配合し、比重0.3のマットを作製した。その結果、1200℃の炭化物は、325℃炭化の油吸着材に比べると軽くて粉末になりやすかったが、取扱い可能なマットにすることができた。1cm厚さのマットは実用的に使える電磁波遮蔽能力をもっていることが分かった。
- (3) トドマツのこくず、カラマツのこくず、トドマツファイバーをマイクロ波分解法で加熱処理し、油吸着材としての性能およびその適正な処理条件を調べた。マイクロ波熱分解法では加熱時間の増加に伴い、収率は大きく低下し、炭素量の増加、吸水性の低下が見られた。加熱が短時間であるため、ムラが起りやすく、生じた熱分解物質がそのまま未反応木粉に吸着されることが認められた。しかし、電気炉で熱処理したときの油吸着能の挙動と比較すると、マイクロ波熱分解法でも速やかに油吸着材の製造が可能であることが示唆された。

(平成9～11年度)

(物性利用科、成形科、北海道工業技術研究所)

Ⅲ. 1. 1. 3 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を検討した。

平成9年度は、いろいろな熱処理条件で処理した。加熱温度は250～400℃、熱処理雰囲気は大気中および窒素中である。300℃においては1～4時間加熱した。

この熱処理時間の相違と弱酸性基量、強酸性基量、アンモニア吸着性能、エチルアミン吸着性能との関係の評価した。試料としてトドマツ材蒸煮解織物を用いた。弱酸性基量、強酸性基量は、Boehmの方法によりNaOH、NaHCO₃吸着量から算出した。アンモニア吸着量は定容法ガス吸着装置を用いて測定した。エチルアミン吸着量は重量法により測定した。

酸性基量、アンモニア吸着量、エチルアミン吸着量について、加熱温度と熱処理雰囲気の違いを検討した結果、大気中でも窒素中でも300℃付近で最大となった。大気中での熱処理では窒素中の熱処理より酸性基量は約4倍、アンモニア吸着量は約3倍(100mmHg)、エチルアミン吸着量も約2倍大きかった。また加熱時間は長いほど効果的であった。大気中300℃加熱の炭化物は、市販活性炭と比べて酸性基量は約8倍、アンモニア吸着量(100mmHg)は約6倍であるなど非常に優れ、アンモニア用活性炭と同等の吸着性能を示した。

(平成9～11年度)

(物性利用科、化学加工科、成形科)

Ⅲ. 1. 1. 4 木質環境浄化資材の開発

Utilization of Wood Material as a Scavenger for Pollutants

近年、有機塩素化合物をはじめとする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。そのために水圏環境の維持、改善に総力をあげて取り組む

必要がある。

活性炭は汚水浄化材として広く用いられているが、活性炭を製造するには炭化処理に加えて賦活の工程が必要な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、最近、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。用途を限定し、適正な処理条件を用いれば活性炭と同様の効果が期待される。そこで、炭化温度の異なる試料を調製し、有機塩素化合物や有害重金属の除去性能を検討した。

カラマツ木粉(16~32メッシュ)を200~900°Cの範囲で3時間熱処理し、水溶液からのトリハロメタン類やカドミウム、6価クロムの除去量を求めた。熱処理物のトリハロメタン類の吸着性は、処理温度の上昇にともなって増加した。500°C以上で調製された試料0.2gは上水試験用22成分混合溶液(各成分濃度500ppb)50mlからトリクロロエチレンやトルエンなどを完全に吸着除去した。有機ハロゲン類では一般にハロゲン数が増加すると吸着量は低下する傾向が認められたが、ハロゲン種の間での相違は少なかった。

熱処理物の重金属に対する吸着能は、処理温度や金属種により大きく異なり、複雑な吸着機構が示唆された。熱処理物の6価クロムに対する吸着能は一旦350°Cで極大値を与え、その後温度上昇にともない低下したが、600°Cから再び増加し900°Cで最大値を与えた。900°Cで調製した試料は市販粒状活性炭の75%程度のクロム吸着容量(6.6mg/g)を示した。しかし、熱処理物はカドミウムに対してほとんど親和性を示さなかった。

(平成9~11年度)
(成分利用科)

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(カラマツ樹皮付き、混交林伐根チップ)、門別町に1圃場(カラマツ伐根チップ、混交林伐根チップ)、初山別村に1圃場(トドマツチップ、混交林伐根チップ)を設置した。

(2) 木質チップ疎水材の排水性

暗渠の排水効果を調べるために、富良野市と門別町の圃場の暗渠排水量を調査した。樹皮付きカラマツチップ、伐根チップ疎水材ともに排水性は良好であり、降雨後も余剰水が迅速に排除された。また、地下水位は、深さ60から70cmに保たれており、良好な結果が得られた。

(3) 暗渠排水の水質

疎水材として有機物資材を利用した場合、疎水材による排水の汚濁が懸念される。そこで、それぞれの暗渠排水の水質を調査した。その結果、樹皮付きカラマツチップ、伐根チップ疎水材ともにCOD、BOD値は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。このことからチップ抽出成分は、暗渠施工後早い時期に溶出すると考えられた。

(4) 木質チップ疎水材の作物に対する影響

疎水材原料チップと施工後約1年経過した疎水材チップの熱水抽出物を用いてコマツナの発芽試験を行った。その結果、いずれのチップ抽出液も、発芽率は通常の営農許容範囲の90%以上であり、根の生長も良好であった。

(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 カラマツ材成分の化学処理による有効利用

Utilization of Japanese Larch Extractives by

Chemical Modification

カラマツは北海道の人工林152万haの31%（平成8年度統計）を占め、本道の林業にとって重要な位置を占めている。しかしながら、カラマツ材は十分な強度性能を有するものの、現状では用途が広がらず、市場価格は低迷している。すでに林産試験場ではカラマツ材の高付加価値化の研究に取り組み、蒸煮処理、蒸煮処理後のWPC化、アンモニア着色などでその成果を報告している。

これらはカラマツ材の総合的な利用についての検討であるが、これらの検討と並行して成分の分別的な利用についても考慮することは重要と考える。すなわち、カラマツの材中に含有される有用な成分の利用である。

カラマツ材のアンモニア着色の過程で、着色の原因物質はタキシホリンであることを明らかにした。他の植物と異なり、カラマツ材について特に注目すべき点はタキシホリンが抽出成分としては異例なほど、それも単に濃縮するだけで結晶化するほど純品に近い形で含まれていることである。さらに、カラマツ中にはヘミセルロースの一種であるアラビノガラクトンが数%（日本産カラマツ）～十数%（北洋カラマツ）含まれていることも知られている。これらのカラマツ成分を分別的に有効利用することもカラマツ材の需要拡大には重要であると考えられる。

7年度は、まず製材工場から出るオガコのタキシホリン抽出用原料としての適否について検討した。幸いなことに北海道にはカラマツだけを専門に製材している工場がいくつかある。これらの工場の中には一社で年間数千トン（絶乾木粉換算）程度のオガコが出るところもある。これらのオガコからタキシホリンが効率的に抽出できるならば経済効果は大きいものと期待される。そこで、A社の協力を得て、そのオガコ中のタキシホリンの定量を行った。その結果、絶乾オガコ重量あたり約1.6%のタキシホリンを含有していることが明らかになった。我々が別の実験で得た結果によるとカラマツ心材中には3～4%、多いものでは5%程度のタキシホリンが含まれていることが明らかになっている。それに比べると製材工場のオガコにはその半分程度しか含まれていないことになるが、これはこの工場で使われている原木

が比較的小径木であり、タキシホリンをほとんど含まない辺材の割合が多いためである。このようにカラマツ製材工場から出るオガコのタキシホリン含有率はやや低いものの、心材と同様に挟雑成分が少なく単離が簡単なことから十分実用になるものと考えられる。

タキシホリンの抽出が経済的に成り立つためにはある程度の量が必要である。そこで得られる量について考察を加える。単純に計算すると1000トンの絶乾カラマツオガコからは比較的簡単に16トンのタキシホリンが抽出される計算になる。ただし、抽出効率を考慮すると実生産ではその2/3、すなわち10トン強が抽出されるものと考えるのが妥当である。このほかに20～30トンのアラビノガラクトンも、同様の計算で、得られることになる。十勝地区のように比較的狭い範囲にいくつかのカラマツ専門工場がある場合は集荷が容易なため、10,000トンのオガコを集めるのもそう難しくないとと思われる。すなわち、100トンのタキシホリンと200～300トンのアラビノガラクトンが得られる計算となり、企業としても成り立つ可能性が高い。とくに、カラマツオガコを原料とする場合は通年での操業が可能となるが、このことは季節変動の大きな他の植物由来のフラボノイド類の抽出に比べて大きなメリットとなる。さらにメリットとして、抽出残渣は外見上は全く元のオガコと変わらないため、用途によっては一般的なオガコとして販売できるものと考えられる。

ついで、タキシホリンの消臭効果について検討した。タキシホリンはカラマツ材のアンモニア着色の原因物質であることからわかるように、アンモニアなどの塩基性ガスに対する親和性が高い。この性質を生かした消臭剤への利用の可能性について検討した。その結果、カルボン酸などの酸性物質に対してはほとんど効果がないものの、アンモニアについては活性炭と同程度に吸収することが明らかになった。これらの結果から、他の酸性物質用吸収材と併用することでかなり優れた消臭剤が開発できる可能性が示唆された。特にペット用の消臭剤ではアンモニアに対する親和性が重要なので、このような用途にはタキシホリンが適しているものと考えられる。

8年度はタキシホリンの有効利用をめざして、フ

ラボノイド類の特長・特性を生かした用途を、すでに公開されている特許を中心に検索した。ただし、タキシホリンについてはほとんど特許が見あたらないので、タキシホリンから容易に転化できるケルセチンも含めて検索を行った。その結果、フラボノイドとしての抗酸化能・薬理作用・消臭作用などを利用した例が数多く特許出願されていた。たとえば次のようなものである。抗酸化能を利用したものと、油脂の酸化抑制剤、飲食品の酸化防止剤などがいくつかの会社から出願されていた。また、薬理作用を利用したものと、^{しほい}歯苔形成抑制剤、緑内障治療用医薬組成物、5-レダクターゼ阻害剤、抗アンドロゲン剤、アミラーゼ阻害物質などが出願されていた。さらに、消臭作用を利用したものと、固形消臭・脱臭剤、体液吸収・消臭シート、脱臭・放香用フィルター、ディスポーザ、積層消臭ペーパーなどが出願されていた。タキシホリンが、安価に、大量に抽出されるようになれば、これらの用途への利用が期待される。ただし、考慮しなければならない点がいくつかある。食品用途に利用する場合は煩雑で費用のかかる毒性試験を行わなければならないこと、医薬品への利用はタキシホリンの薬理作用がそれほど強くなく、他に競合する物資が多いことなどである。

9年度はタキシホリンとアラビノガラクトンの更なる高付加価値化をめざして、それらの誘導体を合成し、その性質を検討した。まず、タキシホリンであるが、酸性条件下で空気を吹き込むことにより容易にケルセチンに転化することが可能であった。

したがって、用途によってはタキシホリンそのままではなく、ケルセチンとして商品化することもあり得ると思われる。次いで、発ガン抑制作用が報告されているタキシホリンとケルセチンのメチルエーテル化を試みた。その結果、一般的に用いられているヨウ化メチルを用いる方法、あるいはジメチル硫酸を用いる方法では、ペンタメチルエーテルの合成は難しく、トリ~テトラメチルエーテルの混合物となり、医薬品としての純度を維持するのが困難であると判断した。アラビノガラクトンについてもベンジル化を試みた。得られたベンジルアラビノガラクトンはガラス転移点が低いことから、リグノセル

ローズ系の生分解プラスチックと混練した場合に、その熱流動性を高めることが期待された。しかしながら、セルローズのベンジル化物などと異なり、生成物と原料の分離が難しく、かなり高コストになるものと考えられる。

以上のことから、抽出されたタキシホリンはその消臭作用を生かした何らかの用途、アラビノガラクトンはすでに実績のある食品の保湿剤等に利用するのが最もよいと判断した。

(平成7~9年度)

(化学加工科)

1.3.2 食用菌成分の有効利用に関する研究

Utilization of Edible Fungi Components

アンジオテンシン変換酵素(ACE)は生体内においてアンジオテンシンを血圧上昇活性のより強い活性ペプチドであるアンジオテンシンに変換し、血圧を上昇させる。ACE活性が阻害されると血圧が低下することから、ACE阻害物質の検索は血圧降下薬のスクリーニング法の1つとなっている。現在、阻害薬の開発を目的として、食品を中心とした検索が盛んに行われており、一部のオリゴペプチド類が高いACE阻害活性を持つことが明らかにされている。

これまでの研究で、ハタケシメジ、ブナシメジなどのシメジ科の食用菌に比較的高いACE阻害活性が認められた。そこで、本研究は高血圧症に有効なACE阻害薬の開発を目的として、食用菌のACE阻害活性成分の検索を行った。

(1) ブナシメジ5品種の抽出物のACE阻害活性

ブナシメジ市販菌株5品種をそれぞれ水抽出後、70%アセトンで抽出し、抽出物のACE阻害活性を調べた。いずれの品種も水抽出率は約70%(対絶対乾重量)で、ACE阻害活性は30~40%であった。菌株Cは、供試菌株の中で最も高いACE阻害活性IC₅₀=0.601mg/mlを示し、子実体収量も高かった。70%アセトン抽出率は7~11%であり、品種による大きな差は見られなかった。70%アセトン抽出物の阻害活性は、約20%と低い値を示した。

(2) ACE阻害活性物質の性状

子実体収量が多く、活性が高かった菌株Cを選び、阻害活性物質を検索した。水抽出物をエタ

ノール可溶性および不溶性画分に分画し、ACE阻害活性を調べた。その結果、エタノール可溶性画分に活性物質が含まれることがわかった。その後、このエタノール可溶部を溶媒分別によって3つの画分に分画し、阻害活性を測定した。その結果、酢酸エチル画分、2-ブタノン画分、残渣画分(水層)のうち、残さ画分に最も高い活性(阻害率43.4%、 $IC_{50}=0.58\text{mg/ml}$)がみられた。残さ画分の収率は絶乾試料の11.6%であった。

この残渣画分をゲルろ過法によっていくつかに分画し、数種の成分を単離した。ニンヒドリン反応などから、活性成分はオリゴペプチドと推定された。

(平成8~9年度)

(成分利用科, 生産技術科)

1.3.3 樹木成分に由来する獣害抑味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

近年の野ネズミ被害は、長伐期をめざした中高齢人工林に発生したり、特定の立木が繰り返し加害される傾向がある。そこで、これに対応した選択的な防除技術の開発が求められている。また、ミズナラなどの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、安全性が高く効率的な防除方法の開発が望まれている。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、有効利用を図る必要がある。

本研究では、カラマツやその他の道内主要樹種の樹皮を供試材料として野ネズミ食害を抑制する物質を検索し、その抑味物質を用いた防除方法を検討する。

カラマツ樹皮およびヤマウルシ樹皮について70%アセトン抽出物を調製し、本抽出物を溶媒極性にしたがって分画した。分画物をそれぞれ生物検定試験に供したところ、カラマツ樹皮およびヤマウルシ樹皮のいずれもジエチルエーテル可溶部での摂食量が少なく、耐そ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。

カラマツ樹皮抽出物をさらに分画して生物検定試験を行った結果、テルペノイドおよびステロイド系化合物を多く含む画分に耐そ活性が認められた。一方、ヤマウルシ樹皮では、ジエチルエーテル可溶部のうち、ヘキサン:エーテル画分(5:5)に高い活性が認められた。

事業利用に関する予備的検討として、塗布法による耐そ活性物質の有効な溶液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%濃度溶液で耐そ活性が認められた。

(平成8~10年度)

(成分利用科, 道立林業試験場)

1.3.4 ササの有効利用技術の開発

Utilization of Bamboo Glass 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ピフイズス活性(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9年度では、キシラン分解酵素の基質分解活性の測定および残さ繊維熱処理物による環境資材としての性能を検討し、また、ササ収穫の機械化に関する調査を行った。

5種の放線菌由来の粗酵素を用いて、ササキシランの分解活性について検討した。その結果、Storeptomycesに属するある種の放線菌の菌体外酵素は分解活性が大きかった。また、分解物の重合度も他の4種の酵素分解物と比較して低く、キシロオリゴ糖の低分子化に利用可能と思われる。

ササ葉部・稈部を180-200 で蒸煮処理したのち、その熱水抽出残さを350 で熱処理し、A重油に対す

る吸着試験を行った。その結果、ササ葉部では180℃で蒸煮した場合にもっとも吸油量が大きく、試料1gあたり17.8gであった。一方、ササ稈部では200℃でもっとも吸油量が大きく、試料1gあたり15.3gであった。

文献調査および現地調査をもとに、収穫機械の概

念設計を行った。収穫機械の刈り取り部、不整地走行、大きさなどの作業性、また労働コストの課題を検討した結果、現状の開発イメージとして、簡易除雪機タイプの収穫機械が適していると考えられた。

(平成9～11年度)

(成分利用科, 機械科, 経営科)

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

Ⅲ. 2. 1. 1 菌床栽培における糸状菌汚染防除対策の確立

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

栽培キノコの中で、シイタケは最も多くの生産量・生産額を占め、道内においても、菌床シイタケの生産量が年々増加している。シイタケの菌床栽培では、子実体発生に長い期間を要するため、子実体の原基形成や生育中に、菌床表面にトリコデルマ属菌やペニシリウム属菌などによる糸状菌(カビ)汚染が生じやすい。その結果として菌床寿命が短くなり、子実体収量の減少をまねく危険性がある。また、菌床のカビ対策としては、キノコ類が健康食品としてのイメージが売り物であることから、薬剤に頼らない栽培環境の制御方法の確立が望まれる。

そこで菌床シイタケの、発生期間におけるカビ汚染対策の確立をめざし、平成5～8年度までに、道内の菌床キノコ発生施設内の落下菌調査、培地水分活性の調整、培地添加物量および菌糸活性剤について検討した。落下菌調査では、ペニシリウム属菌の落下菌数が最も多く検出されること、トリコデルマ属菌の検出は少ないものの多くの施設に生息していることが明らかになった。菌床表面の水分活性を調整

第1表 菌床栽培試験における菌株と培地添加物

Table 1. Conditions of stocks and additive nutrients in cultivation tests.

菌株 Stock#	培地添加物 Additive nutrients	備考 Notes
A	フスマ Wheat bran	平成7年度 Done in 1995
A	米ぬか Rice bran	
B	フスマ Wheat bran	
B	米ぬか Rice bran	
C	フスマ Wheat bran	培養期間5か月 Incubated 5months
C	フスマ Wheat bran	培養期間6か月 Incubated 6months

する目的で、塩水による浸せき処理を試みたが、効果はみられなかった。培地添加物としてフスマの添加量を検討したところ、カビの発生を抑え、子実体収量を多くする適正域(培地重量の5～10%)が認められた。フスマ適正域において、培地に菌糸活性剤を混合し検討したが、カビ発生の抑制効果は認められなかった。

以上から9年度は、最も効果の認められた培地添加物量について、菌株や培地添加物の種類による影響を検討した。第1表に示すように、菌株は道内で使用頻度が高い市販3品種(以下A, B, Cとする)を用い、培地添加物はフスマあるいは米ぬかを単独に用いて行った。同時にハウスでの発生試験も行い検討した。以下に、これまでに行った試験(菌株A

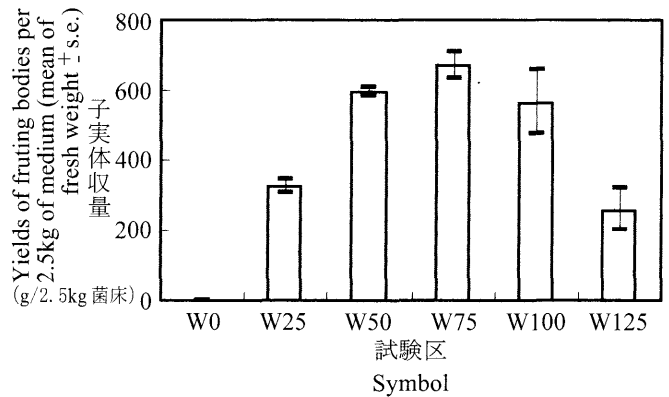
第2表 菌床栽培試験におけるフスマの添加割合

Table 2. Conditions of ratio of wheat bran in cultivation test.

菌株 (Stock) A						
培地組成 (Components of media)						
試験区名 Symbol	W 0	W 25	W 50	W 75	W 100	W 125
フスマ添加割合 (培地に対する重量%) Ratio of wheat bran in media (weight per media weight %)	0	2.5	5	7.5	10	12.5
培養条件 Incubated conditions	2.5 kg栽培袋, カンバ, 水分 65% 2.5 kg medium;Betula sp.sawdust;65% of moisture content					
発生条件 Fruiting conditions	22°C, 70%RH, 暗所, 3か月間 22°C; 70%RH;darkness;3months					
	16°C, 85%RH, 12時間間欠照明, 3週おきに浸水処理, 105日間 (= 1次発生~5次発生)					
	16°C;85%RH;light or dark cycle for 12hrs.; 5flushes are done for 105days.					

によるフスマ添加量の検討)も含めて、結果を示す。

菌株Aでフスマ添加量を変えた実験条件、および試験区名を第2表に示す。発生操作初期(1次発生時;発生室に移動後1~3週目)における菌床では、培地添加物の添加率が10%以上において(W100およびW125)、菌床下面の縁や菌床上面にペニシリウム属菌が広範囲に発生した。ペニシリウム属菌による菌床の汚染状況は、添加率の増加に伴って増加する傾向にあり、特にW125では他のカビ汚染も拡大し、被害が顕著に増大した。浸水処理を行うと、ペニシリウム属菌のコロニー部分にトリコデルマ属菌やケカビ属菌やクモノスカビ属菌の発生が認められた。またW100とW125では発生操作初期に発生棚のパイプと接触している部分から、黒褐色の液状物質が溢出している菌床が認められ、同部分に、トリコデルマ属菌の発生がみられた。菌床のパイプと接触する部分や菌床に接するパイプには液状物質や水滴が付着していた事から、この部分の水分環境がトリコデルマ属菌の生育に適した状態であると推察された。W0では、3次発生時(7~9週目)にトリコデルマ属菌による汚染の増大が菌床底面に認められ、3次発生終了時の浸水処理後、菌床が脆くなり破損したためすべて廃棄した。総じてすべての処理区で、3次発生時(7~9週目)に糸状菌による汚染の増加が見られた。W25やW50, W75では3次発生終了後、菌床表面の乾燥に伴ってトリコデルマ属菌の分生子の



第1図 フスマ添加割合と子実体収量

Fig. 1. Effect of ratio of wheat bran on the fruit body yields.

発生は減少した。かわりに、白色の顆粒状物質が薄く菌床表面に広がった。

他の組み合わせの試験区でもほぼ同様の傾向が見られたが、菌株A・米ぬかでは、添加物量が多い区でより被害が大きかった。菌株Bは菌株Aに比べ、カビの被害が小さいように見られた。ハウスでの試験区でもほぼ同様の状態が観察されたが、一部菌床上にキノコバエ類の成虫やその幼虫、蛹が認められた。

つぎに子実体収量の結果の一例を、第1図に示す。他の組み合わせの試験においても、子実体収量が増大する添加物量の適正域があり、添加物量の増加にともないカビ汚染が拡大することが明らかとなった。

(平成5~9年度)

(生産技術科, 伊藤主任 SP)

III. 2. 1. 2 シイタケ優良品種の開発

Breeding of Shiitake (*Lentinula edodes*)

平成8年度の北海道における生シイタケの生産量のうち、58.9%が菌床栽培によって生産されている。

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。そこで、北海道の気候風土に適し、かつ短期間で十分な収量が得られる品種の開発が望まれる。

これまでに総数732の菌株の中から繰り返し選抜試験を行った結果、発生温度が22°Cで収量の多いAとCの2菌株、および発生温度が16°Cで収量の多いBとDの2菌株の計4菌株を選抜し、安定性試験を行っている。

9年度は、CおよびDの2菌株について、道内各地の8か所の生産者に栽培を委託して、実際の栽培環境における実証試験を行った。また、交配により新たに作出した67菌株について、栽培試験を行った。

実証試験の結果、2か所の生産者において、C菌株が現在使用している品種と比較して、同等もしくはそれ以上の生産性が認められた。

また、新菌株の栽培試験の結果、22°C、45日前後の培養で、子実体の形状が良好で発生量の多い菌株が見いだされた。

(平成5～10年度)

(品種開発科)

III. 2. 1. 3 タモギタケ新品種の育成

Development of Superior Strain of Tamogitake

(*Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus*)

林産試験場で開発した瓶栽培用タモギタケ優良菌株(エルム・マッシュ北菌1～3号)の種菌の製造と販売が、平成8年5月から北海道きのこ農業協同組合で始まった。エルム・マッシュの特徴を最大限に生かすために、9年度においては原菌の凍結保存方法と栽培用種菌の培地組成および子実体の鮮度保持の可能性について検討を行った。

キノコの原菌の保存法としては、種々の手法が提案されてきた。一般的には、栄養寒天培地上で培養

した菌糸体を5°C前後で冷蔵保存する継代培養法が利用されている。継代培養法では、菌糸体と寒天培地の乾燥を防ぐために、3～12か月ごとに植え継ぐ必要が生じる。一方、キノコを含む微生物の長期安定保存方法として凍結保存方法が提案されている。そこで、エルム・マッシュの原菌について1.5°C冷蔵保存、-30°C凍結保存、-85°C凍結保存を試み、24か月経過後の生存状況を確認した。

その結果、-30°Cで0%となった以外は100%の生存率を維持した。さらに、各原菌由来の種菌を用いた栽培試験を行ったところ、1.5°C冷蔵保存と-85°Cの凍結保存では、栽培日数や子実体収量および形態等の栽培特性に大きな変化はみられなかった。今後も原菌の凍結保存による長期安定性を確認するために、原菌の生存状況や栽培特性を把握する必要性がある。

次に、種菌の培地組成と栽培特性の関係について検討を行った。8年度の結果から、培地添加物として用いるフスマの量は、栽培培地ほど必要なく、培地重量の5%程度で十分であることがわかっている。9年度は、培地水分を50～70%の範囲で変化させた種菌を用いて栽培試験を行った結果、栽培日数や子実体収量および形態に有意な差は生じなかった。しかし、種菌作製の際の培養期間を考慮すると(水分を多くすると菌回りが遅れるため)水分60～65%が適当であることがわかった。

さらに、収穫後の子実体の鮮度保持の可能性を検討した。収穫直後の鮮黄色の子実体を1.5°Cと20°Cで保存した場合、20°Cではより短期間で菌傘、菌柄、ひだの褐変化や退色が観察され、商品価値の低下が推察された。色差計による子実体各部の経時的測定の結果、保存期間が長くなるのにもとない、子実体の傘のb値(Lab系)が大きくなった。また、走査型電子顕微鏡による子実体組織の観察では、保存期間が長くなるのにもとない、気中菌糸が^{くうげき}一時的に増加すること、子実体組織中の空隙が大きくなることを確認した。

以上のような収穫後の子実体の色や組織の変化は特に20°Cで顕著であったことから、鮮度低下は保存温度の影響を強く受けていることが示された。

(平成6～9年度)

(生産技術科)

III. 2. 1. 4 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、これらの情報は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成している。

平成9年度は、(1) 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糸の分離、(2) 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 (3) 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た。

結果の概要を以下に示す。

- (1) シイタケ2菌株およびヒラタケ2菌株については、それぞれの構成核を有する2種類の一核菌糸を分離した。また、シイタケ4菌株およびヒラタケ1菌株については、1種類の一核菌糸を分離した。
- (2) 本法は大きく分けて①無傷の DNA 試料 (サンプルプラグ) の調製と②電気泳動の二つのステップから成り立っているが、植物や真菌類の場合は細胞壁が存在するため、①のステップにおいて高濃度のプロトプラスト ($5 \times 10^8 \sim 4 \times 10^9$ 個/ml 程度) を得る必要がある。ところが、シイタケの培養菌糸からは、高濃度のプロトプラストを得るのが困難であった。今後、酵素の種類や処理条件等を検討する。
- (3) PCR法を用いて多型を検出するためのキーポイントはプライマーの設定にある。今回は、予備的に M13 プライマーを用いて PCR を行ってみたところ、多数のバンドが検出され、菌株間でそのパターンに違いがみられた。したがって、これらの

プライマーを用いることにより DNA の多型を検出できる可能性がある。今後、さらに各種のプライマーについて検討を行う予定である。

(平成6～12年度)

(品種開発科)

III. 2. 1. 5 廃培地の有効利用に関する研究

Research on Recycle of Cultural Waste of Mushrooms

キノコの栽培後の廃培地は廃棄されるか堆肥にされている。また、シイタケの原木栽培後の廃ホダ木についても林地に放棄されるか、冬期間におけるハウスの暖房用の補助燃料に使われているにすぎない。このため、資源の有効利用および生産コストの低減等を目的に、キノコ栽培後の廃培地あるいは廃ホダ木が、再度キノコ栽培用の培地基材として利用が可能か否かを検討した。

平成7年度から8年度にかけて、(1) シイタケ廃ホダ木を粉砕したオガコを用いたヒラタケ、タモギタケおよびエノキタケの栽培試験、(2) タモギタケの廃培地を用いたタモギタケおよびヒラタケの栽培試験を行った。

これまでの結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) シイタケ廃ホダ木のオガコは、ヒラタケ、タモギタケおよびエノキタケに対しては、通常用いる針葉樹オガコの場合と比較して、ほぼ同等の子実体収量が得られ、かつ栽培期間が短縮された。以上の結果から、廃ホダ木のオガコは供試したいずれのキノコにおいても、生産効率の高い培地基材として再利用できることが明らかになった。
- (2) タモギタケの廃培地を用いて再度タモギタケを栽培した場合は、栽培期間が長くなるとともに、子実体収量が減少する傾向が認められた。これに対して、ヒラタケの場合は子実体収量がわずかに減少したものの栽培期間が短縮され、生産効率は針葉樹のオガコを用いた場合とほぼ等しくなることが明らかになった。したがって、タモギタケの廃培地はヒラタケの培地基材としては再利用可能であるが、タモギタケの培地基材としては実用性が低いと考えられる。

以上の結果をふまえ、9年度はシイタケの菌床栽培に着目して、(3)シイタケ廃ホダ木を粉砕したオガコを用いたシイタケの菌床栽培試験、および(4)シイタケ菌床の廃培地を用いたシイタケの菌床栽培試験を行った。

これらの結果の概要は以下に示すとおりである。

- (3) シイタケ廃ホダ木のオガコと未使用のミズナラオガコとの混合割合を変えて培地基材として使い、シイタケ菌床栽培試験を行った結果、廃ホダ木のオガコを一定量以上混合することにより、子実体収量の増加が認められた。この結果から、シイタケ廃ホダ木のオガコはシイタケ菌床栽培の培地基材として再利用できることが明らかになった。
- (4) シイタケ菌床の廃培地を培地基材として使い、栄養源の添加量を変えてシイタケ菌床栽培試験を行った結果、栄養源を添加しなくても十分量の子実体収量が得られた。さらに、栄養源を添加することにより、子実体収量が増加する傾向が認められた。また、消石灰の添加によっても子実体収量が増加した。これらの結果から、シイタケ栽培後の廃菌床もシイタケ菌床栽培の培地基材として再利用できることが明らかになった。

(平成7～9年度)

(品種開発科)

III. 2. 1. 6 新規規定着きのこの効率的栽培技術の検討(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 (*Grifola 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目であり、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。

ブナシメジの栽培における問題点は、培養期間が90日前後と長いことである。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。

これまでに、市販株の栽培特性を把握するとともに、野生株の中から栽培特性の優れた2菌株を選抜

した。

マイタケについては、子実体原基の形成温度と一般的な培養温度が重なっているため、培養途中で子実体原基の形成が生じやすく、子実体収量が不安定になりやすい。培地重量の18%以上の子実体収量を得る安定した生産技術が求められている。

これまでに、子実体収量が培地重量の18%以上得られる「エタンの舞」を選抜したが、菌傘が淡色系であり、黒色系統を好む現状の消費傾向に一致しないことから、市場において厳しく評価されることが予想された。

そこで、平成9年度は以下のことを検討した。

- (1) ブナシメジの選抜2菌株の栽培特性把握
- (2) マイタケの子実体収量安定化に関する栽培技術
- (3) マイタケの菌傘が黒色を呈する菌株育種の可能性

以下に検討結果を示す。

- (1) ブナシメジ: 選抜した2菌株(Hm 80-1, Hm 88-8)と市販菌株Aについて、遺伝的特性(対峙培養)と生理的特性(培養温度別の菌糸成長速度)の把握試験を行った。また、栽培特性の把握のために、子実体の品質や収量に及ぼす培養期間(50～110日)の影響を検討した。

まず、対峙培養により3菌株が異なる菌株であること、菌糸成長の最適培養温度は3菌株ともに20～25℃にあることがわかった。次に栽培試験により、Hm88-8は、50～70日の培養期間で形態および収量に優れた子実体得られることが分かった。ブナシメジの培養期間は75～90日が標準となっているが、同菌株では、培養期間の短縮が図れる可能性が示された。

- (2) マイタケ: 栽培技術の改善のために市販菌株と「エタンの舞」を用い、培地組成および栽培袋の影響について検討した。

培地組成に関しては、カンバ・フスマ培地を用い、フスマの混合比率(5, 10, 15, 20%)を検討した。その結果、用いた3菌株(エタンの舞、市販株T, 野生株I)とも生産効率を高めるのにフスマ10%が適当であった。

次に「エタンの舞」を用い、市販の2種類の栽培袋A(φ2.5cmのフィルターが1個、青色透明)

およびM(φ3.5cm)のフィルターが片面に2個、白色半透明)の比較を行った。その結果、Aは子実体形成がMに比べ20日程度遅れるものの、子実体収量については高い結果が得られた。これは、Aのフィルター表面積がMよりも少ないため子実体形成が抑制され、その結果、培養(熟成)が進み子実体収量が増加したものと推察された。

- (3) マイタケ属にはマイタケ(*Grifola frondosa*)とシロマイタケ(*Grifola albicans*)の2種が存在することが知られており、「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。その結果、交配が成立し、その中から正逆1組を栽培試験に供試した。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。以上のことから、「エタンの舞」と黒色系菌株を交配することにより菌傘が黒色を呈する菌株育種の可能性が示唆された。

(平成7～10年度)

(生産技術科, 伊藤主任 SP)

Ⅲ. 2. 1. 7 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の不足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年々増加している。特に本道ではこの傾向が強く、平成8年度の生シイタケ生産量の実に58.9%が菌床栽培によって生産されており、全国平均の38.1%を大きく上回っている。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、市販されている種々の菌床栽培用品種についてその栽培特性を明らかにし、栽培技術を確認することが求められている。

9年度は、市販の4品種(C, D, E, F)について、7種類の培地添加物(フスマ, 米ぬか, コーンブラン, ホミニフィードおよび市販の添加剤I, II, III)を用い、培養日数を変えてシイタケ菌床栽培試験を行い、発生した子実体の数量を形状および規格別に測

定した。なお、子実体の発生は5次発生まで行った。

その結果、品種Cについては、培地添加物として添加剤IおよびIIを用いた場合に子実体発生量が比較的多くなる傾向がみられた。これに対して、コーンブランやホミニフィードを用いると、子実体発生量が低下した。また、培養日数(70, 90, 110日)の子実体発生量に与える影響は、培地添加物の種類によって異なり、一定の傾向は認められなかった。

品種D, EおよびFについては現在発生試験中であるが、品種Cと同様に培地添加物の種類に大きく依存する傾向がみられた。

(平成8～10年度)

(品種開発科)

Ⅲ. 2. 1. 8 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、家畜飼料等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)栽培において使用される培地基材(オガコ)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、平成9年度は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検討
- (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検討
- (3) 野生型エノキタケ栽培におけるコーヒーかすの検討

以下に検討結果を示す。

- (1) ツバナラタケでは、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、培地重量の20～28%程度の子実体を得られた(栽培期間約2か月)。また、ニンジンかすに米ぬかまたはフスマを6～9%添加することで培地重量の30%を超える

子実体が得られた（栽培期間約2か月）。コーヒーかす，ニンジンかすともに培地基材として利用可能である（オガコ並または以上）が，瓶栽培での掻き出しが困難であった。

- (2) タモギタケでは，ビートパルプと発酵バガスともに培地基材として利用可能であり，ビートパルプはオガコ以上（培地重量の20%以上），発酵バガスはオガコ並（同15%程度）の子実体収量が得られた（栽培期間は両者ともにオガコ並で約20日）。
- (3) 野生型エノキタケでは，米ぬかを10～15%添加することで，培地重量の20～30%の子実体が得られた（栽培期間を含めてオガコ並）。しかし，子実体が得られない場合があり，今後も検討が必要

である。

（平成9～10年度）
（生産技術科）

Ⅲ.2.1.9 シイタケ菌床栽培における培地添加物の評価（共同研究）

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

（平成9年度）
（品種開発科，メルシャン（株））

Ⅲ.2.2. 微生物機能の利用

Utilization of Wood with Application of Function of Micro-Organisms

平成9年度取り組み研究テーマなし。