

平成 24年度林野庁
地域材供給倍増事業費補助金

木材産業等連携支援事業
地域木材産業等連携支援事業
(文化用品等市場開拓型)

実績報告書

目 次

1. 事業の目的	1
2. 福岡県の森林と木材生産の状況について	3
3. 研究会の概念	5
4. 杉材の圧縮加工について	5
4-1 調査方法	6
4-2 調査結果	6
4-3 課題	7
4-4 新たな圧縮加工方法の検討	8
4-4-1 目的	8
4-4-2 実験	8
4-4-3 パイロットプラントによる圧密処理について	15
5. 杉材の不燃加工について	17
5-1 不燃処理方法	17
5-1-1 薬剤	17
5-1-2 含浸方法	17
5-1-3 供試材料、薬剤	18
5-1-4 結果	18
5-1-5 燃焼試験	18
5-1-6 ブリネル硬度	19
5-1-7 VOC試験	20
6. 総括	23
7. 別紙資料	
①地域材活用研究会	24
②みなとモデル説明会	27
③視察報告	29
④試作品製作	34

1. 事業の目的

福岡県内で家具・木工産業が立地しているところは大川地域に限らないが、その集積度は大川地域がきわだって多く、経済的に一体性を持った家具産地を形成している。その上家具や木工品の生産だけではなく、原材料搬入から製品に必要とされるガラスや金具の生産までこの地で行い地域経済を形成している。

大川地域は、筑後川と田園地帯に四通八達したクリークを使って、かつて大川家具の主原料であった大分県日田や熊本県小国の杉材を運び込み、家具や建材生産を行ってきた経緯がある。昭和初期の頃は日田杉の約90%が大川に筏で運ばれたという記録が残っている。現在では、大川地域の木材はトラック輸送に取って代わり、原材料もその殆どが輸入材となっている。

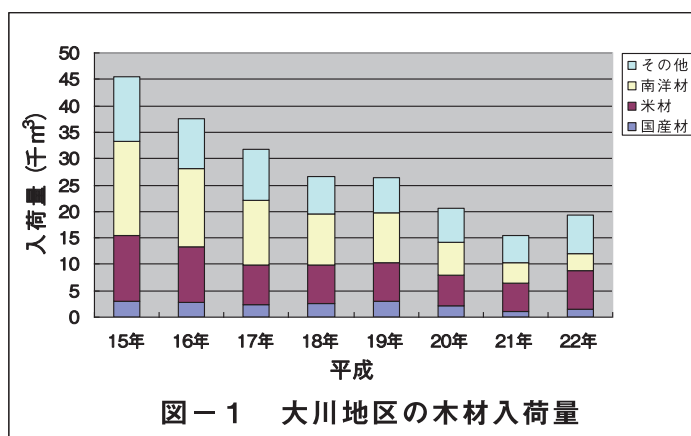


図-1に平成15年以降の大川地域への木材の入荷量を示しているが、国産材の入荷量は全体の1割にも満たない状況である。輸入される木材の殆どが広葉樹であり、硬さ、木目の美しさ、色、香りの良さ等の他、年輪があまりなく素材ムラがないために加工がしやすい等の理由の他、ホゾなどの細かい加工をする際に割れが発生しにくいという特徴を持つことが家具に利用される大きな理由となっている。

一方で、近年世界の木材貿易は、巨大木材市場に発展した中国を軸に、南洋材、ロシア材、ニュージーランド材（NZ材）での価格決定権が中国となっており、それに合わせた南洋材、ロシア・カラ松、NZ材・ラジアタ松等の大幅な値上がりから、低価格のスギへの移行が顕著となり、集成材業界でも集成材ラミナの欧州材から国産材への転換が進みつつある。

福岡県における木材の動向調査結果では、平成に入って外材の入荷量が減少するなか、国産材の入荷量は大きな変化なく推移し、国産材の利用率は非常に大きくなっている。

大川地域でも外材に関する影響を受け、外材の入荷量は減少し、特に南洋材の入荷量は、極端に減少している。ごく最近の木材業者からの聞き取りでは、南洋材の入荷は皆無に近く、大川地域の家具業界は北米材に頼らざるを得ない状況となっている。

2005年の米材針葉樹丸太輸入量は334万 m^3 と縮小し、1,300万 m^3 以上を記録した1970年代のピーク時に比べると1/4に過ぎない。南洋材は米材以上に著しく減少し、1973年に記録した2,700万 m^3 に対し2005年は137万 m^3 と、1/20にまで減少している。丸太の総輸入量は1,024万 m^3 まで縮小しているが、これはピークであった1973年の20%以下となっている。

一方で、福岡県内の平成22年度時点での地域材蓄積量を齢級毎に見ると既に8齢級以上の材が全体の76%となっており、大川地域から見れば身近に数十年前には家具の材料として利用していた原材料が静かに眠ってその時を待っていた感がある。大川産業界からすれば、原材料の安定供給にも繋がるこの地域材を有効に利用することが出来れば、今後の地域の経済発展を推進することにもなり、また現状を考えるならば緊急且つ速攻的な解決策を講じる必要が生じている。

更に、大川地域が外材を加工する為に利用してきた大径木材用木工加工設備を有効活用するためにも地域材の活用計画が重要である上、平成21年度「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行に合わせて、福岡県が策定した「福岡県内の公共建築物等における木材の利用の促進に関する方針」に基づき県内施設への地域材活用が促進されつつある現状と、更には福岡県事業として「福岡県地域材活用促進支援事業」の実施に伴い、建材から文化用品用材に対応できる物性をもつ地域材の提供が今正に要求されている。

しかしながら、九州において主な国産材（地域材）である杉や檜は、この地域の気候に即した成長を行うために、年輪幅が大きく、概して柔らかい性状である。その為家具などの文化用品には使い難く、また壁材などの建築部材に利用しても傷がつきやすく、長期使用によって「痩せ」を起こすなどの欠点を兼ね備えている。人が常に接触し、安心安全な環境を作り出す素材としての地域材は、表面は硬く、密閉された室内において利用しても安心・安全を長期に渡り確保できることが必要で、今後の建築素材としての展開まで見据えると、高層建築物にも利用できる等の機能を併せ持った素材開発が重要となってくる。

大川インテリア振興センターでは、平成23年度にこれら重要課題の対応策として、現時点では家具備品への利用が困難である杉材の加工度を高めて高機能化を目指し、如何にすると出来た素材を活用することができるかについて検討する「地域材活用研究会」を立ち上げた。平成24年度には林野庁の地域材供給倍増事業のうち「木材産業等

連携支援事業」地域木材産業等連携支援事業（文化用品等市場開拓型）への申請を行い、平成24年6月29日付けで交付決定の通知を受けたところである。

本事業では、地域材活用研究会を開催し、素材物性が一番厳しく要求される文化用品に利用でき、また建築用材としても利用可能なように地域材である杉材の高機能化を目的に、圧縮加工および不燃加工について調査・分析を行い、将来的な事業化の可能性について具体的に検証を行った。

2 福岡県の森林と木材生産の状況について

福岡県の森林面積は22万2千haで、県土面積に対する森林の割合は45%と、全国（66%）より低い。民有林の人工林面積は12万8千haで、人工林率は66%と、全国（46%）より高い。このうち41年生以上の利用可能なスギ・ヒノキ人工林は8万8千haで全体の約7割を占めている（図-2）。しかし、福岡県の素材生産量は、近年で

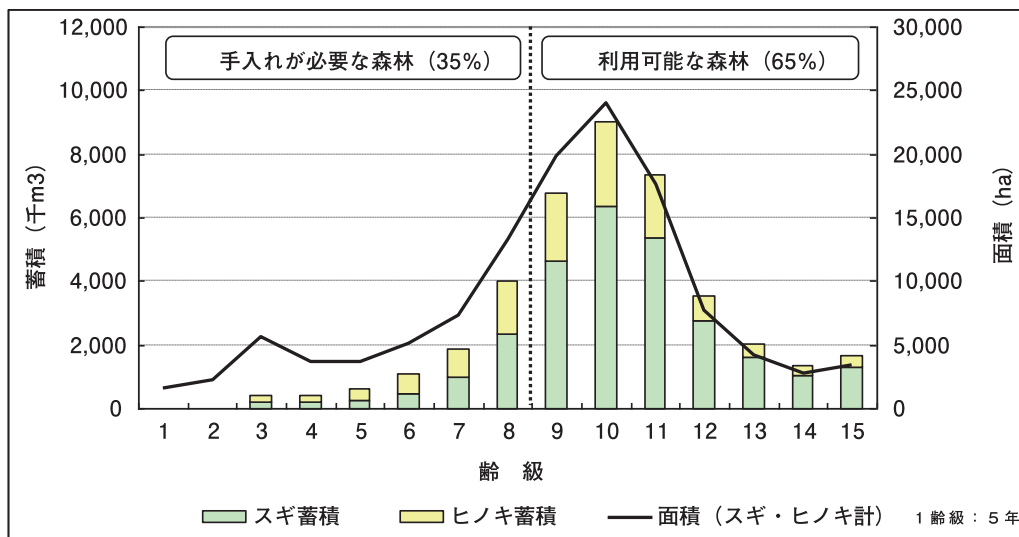


図-2 年齢別のスギ・ヒノキ人工林面積

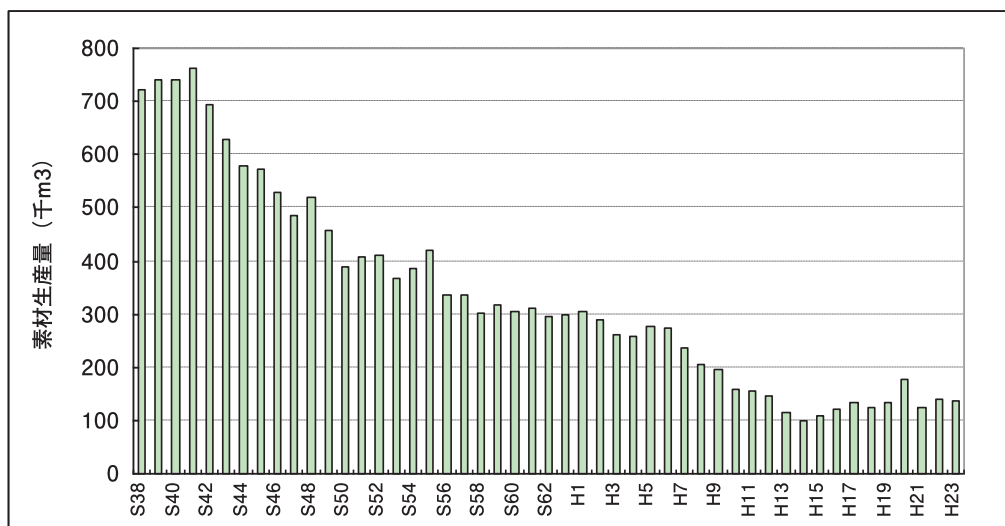


図-3 福岡県における素材生産量の推移

は13万m³前後で推移しており、昭和40年頃のピーク時と比べ約1/6にまで減少している（図-3）。この要因として、木材価格が長期的に低迷しており、生産者の意欲を減退させていることが考えられる（図-4）。

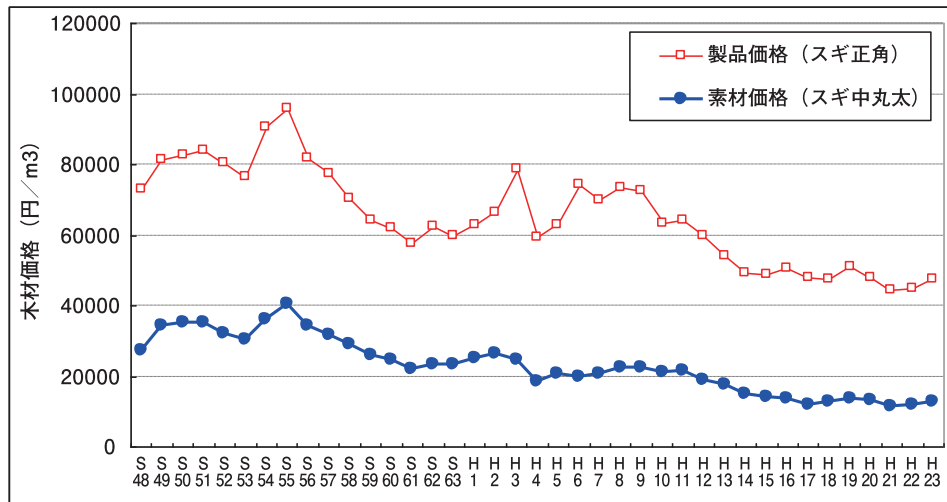


図-4 福岡県におけるスギ素材及びスギ製品価格の推移

一方、近年の世界的な木材需給の変化や原油高騰などから、原木での外材輸入量が減少したため、製材工場の需要は外材から国産材へと移行しており、県産材率も上昇傾向にある（図-5）。

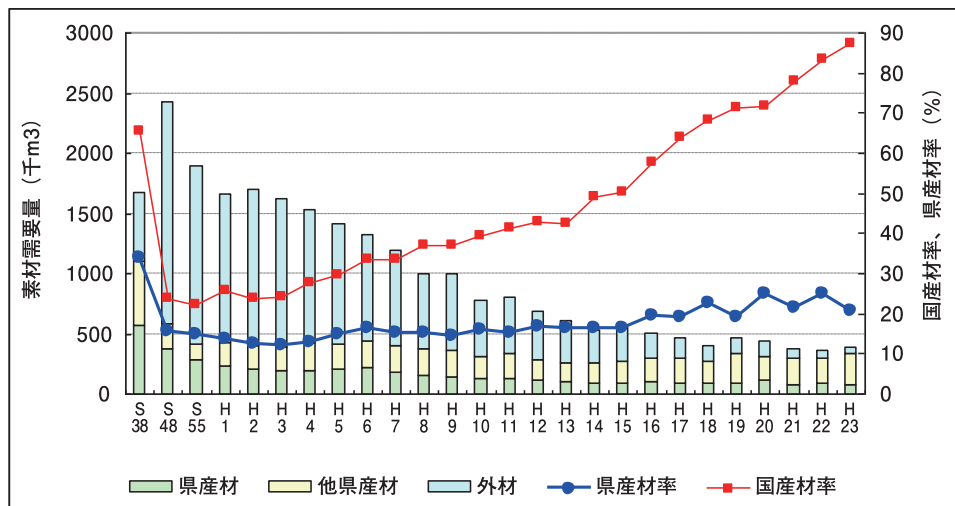


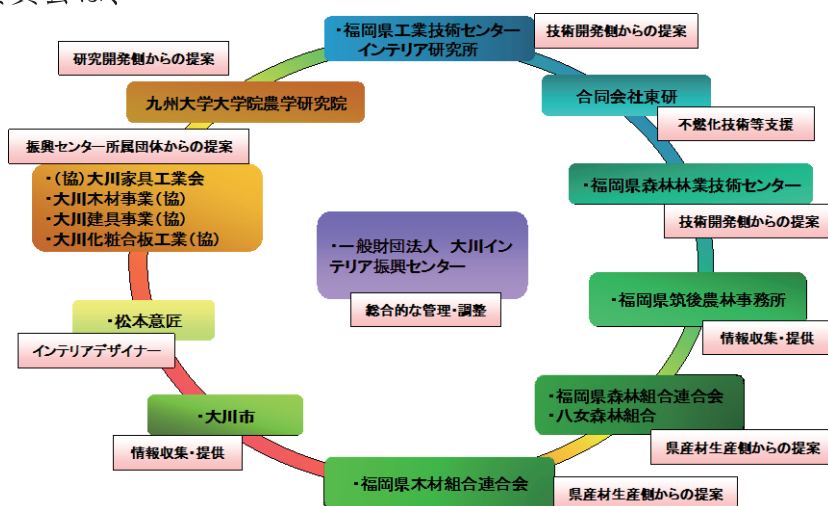
図-5 福岡県における素材需要量の推移

今後は木材生産・流通コストの縮減により、県産材の供給力を高めるとともに、新たな木材需要を開拓して、県産材利用の拡大を図ることが必要となっている。これまで使用されることの少なかった家具用材等への利用を検討することは、県産材の需要を拡大するうえで、有効な取組である。

3. 研究会の概念

調査検討、及び得られた結果を受けて、その後の展開が円滑に、且つ強く推進するために「地域材活用研究会」を大川インテリア振興センター中心に、知として九州大学、合同会社東研、県関係機関として福岡県森林林業技術センター、福岡県筑後農林事務所、インテリア研究所等、材供給側として八女森林組合、福岡県森林組合連合会、福岡県木材組合連合会、利用者側として大川インテリア振興センター参画組合【(協)大川家具工業会、大川木材事業(協)、大川建具事業(協)、大川化粧合板工業(協)】などの機関メンバーで立ちあげた。

この研究会における委員会は、3回、九州大学等の研究グループの集まりを月に1回のペースで行った。



4. 杉材の圧縮加工について

既に、針葉樹を使った家具など文化用品は世に出ているものの、杉を中心とする針葉樹は、柔らかく、傷がつきやすい。また長期に使用すると肉やせを起こすなどの弊害があるため、家具業界では、一度広葉樹の良さを経験するとなかなか利用が進まないのが現状である。従って、文化用品などへの利用を促進するためには広葉樹並みの諸物性を有することが求められる。

既に地域材に圧縮加工を施し、家具などの文化用品へ利用している先進的な機関として、飛騨産業(株)がある。そこで、飛騨産業における①加工方法、及び②その製品の生産体制、③販売体制を調査し、加工によって、何が優位になり、どこに課題があるかを検証することとした。

また、地域材を圧縮し、主にフローリングなどの建材用として製品を出している機関として、マイウッド・ツー(株)があることから、この機関も調査を行い、飛騨産業(株)との違いを検証した。

更に、松材の圧密処理に関して先進的な取り組みを行っている(地独)北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場を視察し、圧密の効率化に関する調査を行った。

4-1 調査方法

各機関を訪問し、加工方法、加工材を使った製品、販売先について聞き取り調査を行った。

4-2 調査結果

飛騨産業のホワイトオークを使った曲げ技術は、創業以来蓄積してきた技術であり、木材を曲げた後の固定化に関する知識は前社長が欧州において修行中に習得した技術とのこと、以来飛騨産業(株)として長年技術蓄積されているものである。更に、岐阜大学との共同研究によって、一定温度(180℃)以上におけるセルロースの短時間結晶化を利用した木材の固定化技術「高温高圧水蒸気圧縮成型技術」を導入し、これまでに技術と複合化させて、飛騨産業(株)の技術として確立をしたものである。(詳細は添付資料参照)

一方、マイウッド・ツー(株)は基本的には同じ処理概念でありながら、材を特別に蒸し上げることはなく、木材中の水分を使い、加熱・圧縮を行うことで、木材の硬度向上及び固定化を図っている。

いずれも熱処理時の温度はセルロースの結晶化のデータに基づき、180℃が基本であり、その180℃に到達させるためのプログラム及び冷却の方法に違いがあるものの大きな違いはない。

飛騨産業が一旦材を蒸し上げる方法は飛騨産業が長年行ってきた曲げ技術に繋がり、圧縮時の圧力を低減させることに繋がっているようである。マイウッド・ツーの場合、基本的にフローリング対応の材を圧密するため、材の厚さは一定で加熱と圧縮が同時に行われ、圧縮率も60%以上と飛騨産業に比べ大きい。その為、加熱・圧縮による材の色の変化は飛騨産業よりも強く、臭いも材を薫製したときに発する少し甘い分解物の臭いを強く発している。飛騨産業にもその臭いがあるが、マイウッド・ツーの方が

		飛騨産業	マイウッド・ツー
前処理	方法	蒸し、温水漬け(50~60℃)	
	温度	100℃	
	時間	2時間以上	
圧縮	方法	蒸しプレス	蒸しプレス
	プレス圧	30Kg/cm ²	
	圧縮率	35~50%	60%以上
	温度	180℃以上	180℃以上
	時間	全体で1時間	
後処理	方法	室温放置	室温放置
	時間	約3ヶ月	数ヶ月
備考		圧縮率35~50%で効率化を図っている。前処理として、蒸し器が設置され、プレス機では圧縮のみを行っている。また、冷却装置が備わり、全工程を約1時間半で終了していた。加工された材料は、熱により褐色化。公共施設への納品が多いとのこと。	フローリング用のため、圧縮率は60%以上であり、加熱による褐色化、独特の熱分解物の臭いがした。全体の90%以上が公共施設への納品。

より強い。

一方、林産試験場における圧縮では、基本的にマイウッド・ツー（株）と同じ手法によっており、その圧縮率もほぼ同じである。松は、杉に比べ油脂分が多く、加熱・圧縮する際に黒く変化した油脂成分が表面に出やすいが、林産試験場では、圧縮率はおよそ55%まで圧縮し、厚さ調整を行っている。圧縮に必要な圧力と厚さの関係や、圧縮処理後の表面の傷つきにくさ、加工工程での切削加工のしやすさや、釘打ちなど現場施工のしやすさなどを検討して圧縮率を決定していた。また圧縮の結果、厚さ方向からのみ力を加えると、厚さが減ると同時に、幅方向（木目と直交する方向）へ広がるため、この幅方向へ広がる動きを止める「横幅寸法拘束」を行う必要がある。一般的に金属製の型枠を用いて寸法拘束を行うが、節の多いマツ原板の性状を考え、木材同士を幅方向に接触させて並べ、圧縮による横への広がりをお互いの寸法拘束力として用いる方法を考案し、節回りでも割れや凹凸が発生しにくく、平坦な仕上がりの圧縮木材を作る方法を見出している。

4-3 課題

圧密処理における加工材の課題は、要約すると

- ① 固定化する温度が180℃以上必要。
- ② 固定化するのに1時間ほど必要。全工程には数時間が必要。
- ③ 固定化後の材の暴れ（そり、割れ等）を抑えるため、応力開放が数ヶ月必要。
- ④ 材の体積減少
- ⑤ 材の色変化
- ⑥ 材の臭い変化
- ⑦ 圧縮材のコストが高い。

となっている。この内、コストが高い理由として、加工費の他、木材価格が体積当たりとして計算されるため、体積減少がそのまま反映されるためと考えられる。価格が高くなった材を使うには、加工された材を使わざるを得ない場所（例えば、公共的な建築物で地域材を使うことが指定されているなど）に使用されることになっており、マイウッド・ツー（株）では全体の90%以上が、また飛驒産業（株）でもその殆どが公共事業向けとの話であった。

安定的に民事用に利用できる素材として提供するには、まずはコスト低減が必要である。続いて、その物性を文化用品でも使えるように改良する必要がある。文化用品用

の材の基準には一定の目標値を求める必要があるが、寸法安定性などを考慮すると含水率5%以下の材であり、広葉樹並みの硬さを有するなど建材の基準よりも厳しくなると考えられている。その中で、コストを下げる必要があり、要求は多いものの加工にはあまり多くの手順を掛けないことが必要となっている。

そこで、九州大学大学院農学研究院と連携を組み、コストを掛けずに圧縮し、体積をあまり減らさず、硬度は4H程度の圧縮材の検討を行った。

4-4 新たな圧縮加工方法の検討

4-4-1 目的

木材の硬さを向上させる方法として、木材を軟化させて圧縮し、密度を高めることでその機械的性質を向上させる圧密処理があり、既にスギの圧密フローリングは実用化されている。この現在実用化されている圧密処理は、圧縮変形を永久固定するために密閉型の特殊な装置を使用しており、高熱板温度および冷却工程を含む長い時間がかかるため、高額な初期費用を必要とし、材色の悪化や木材の熱劣化を生じさせてしまう。

これまで九州大学では、スギ板材に対して一般的なホットプレスを用いた簡易な圧密処理を施し、材表層の密度を局所的に増大させることを試みてきた。これまでの実験では、材色の悪化や熱劣化を生じさせないために熱板温度は比較的低温度に設定し、冷却工程を省略し処理時間を短縮するために圧縮と解圧を繰り返して排気を行った。その結果、含水率と熱板温度条件によってはプレス解圧時にスプリングバックが生じて材中央部の厚さが戻るなど、目標の厚さまで圧縮変形出来ないことが明らかになった。これは材内の蒸気が排気されないために高まった内部蒸気圧が原因であると示唆されている。この研究での試験体は辺材・心材を両方含むスギ板材であったが、心材は辺材よりも気体透過性が低いことが知られており、辺材と心材で適した圧密処理の条件は異なることが考えられる。

そこで本研究では、辺材と心材の違いが圧密処理に与える影響を調べるために、辺材のみ、心材のみとなるように2種類のスギ板材を用意して異なる含水率、熱板温度条件でホットプレスを用いた表層簡易圧密処理を施した。作製した圧密材については厚さ、材内温度、密度分布、細胞形態、ブリネル硬さを測定し、性能を評価した。また、圧密材を製品として使用するには、表面を平滑にするなどの仕上げ処理が必要であるため、圧密材の半数にはプレーナーによる平滑処理を施し同様に性能を評価した。

4-4-2 実験

4-4-2-1 試験体

福岡県産のスギ板目材 (35(R)×140(T)×1000～2000(L) mm、生材) から、長さ方向に350 mmの板材を辺材・心材それぞれ 86枚ずつ作製した。また、それぞれの試験体に隣接した長さ方向 50 mmの含水率測定用試験片を同時に用意し、全乾法で初期含水率を測定した。初期含水率をもとに、辺材・心材ともに 44枚ずつを温度 20℃、相対湿度65%で推定含水率約 10%まで乾燥させ、残り42枚ずつは温度40℃、相対湿度88%で推定含水率約25%まで乾燥させて、ラップで密封して 2週間から 4週間程度養生した。含水率約10%に調製した試験体は辺材・心材ともに 2枚ずつを圧密処理しない未処理材とした。

乾燥後、試験体の寸法を 30(R)×130(T)×350(L)mmに調製し、圧密処理直前に試験体の端部から L方向に 50mmの含水率測定用試験片を切り出し、全乾法で含水率を測定した。最終的な試験体の寸法は 30(R)×130(T)×300(L)mmとした。

4-4-2-2 処理方法

圧密処理にはホットプレス（名機製作所製 SG-101）を使用し、20 mmのディスタンスバーを用いて厚さ 30 mmの試験体を 20 mmまで圧縮変形させた。ホットプレスの熱板温度は 20、40、60、80、100、120、140℃の 7条件とした。圧密処理は短時間で行うために 5分間の圧縮と 1分間の解圧の 2工程を繰り返し、解圧時に材内蒸気の排気を行った。繰り返し数はこれまでの研究より 6サイクルとした。圧密処理後の試験体（圧密材）は温度 20℃、相対湿度65%で1週間程度養生した。

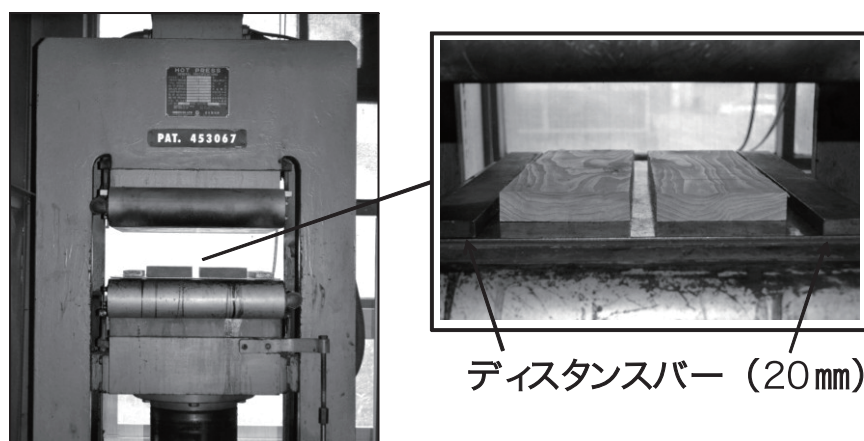


図 圧密装置写真

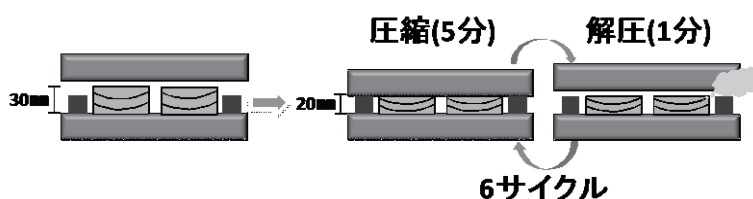


図 圧密処理概要

4-4-2-3 測定方法

厚さ：圧密処理前および圧密処理中 6 サイクルそれぞれの解圧時、圧密処理後に測定した。測定はデジタルノギスを用いて行い、試験体の長さ方向中央部 2 点の厚さの平均を算出した。

温度変化：一度に圧密処理を行う 2 試験体のうち片方に、試験体表層から厚さ方向中央まで、厚さ方向に等間隔 (3.75 mm) となるように熱電対を装着し、データロガーを用いて圧密処理中の温度を経時的に測定した。材内温度測定のための穴は直径 2 mm、深さ 20mm とし、熱電対挿入後ホットボンドで密封した。

平滑処理による厚さ減少量：圧密処理後、辺材・心材ともに半数の圧密材は両表面が平滑になるまでプレーナー処理を施した。マイクロメーターを使用して圧密材長さ方向中央部 3 点の平滑処理前後の厚さを測定し、厚さ減少量を算出した。

放射方向の密度分布：試験体長さ方向中央部から厚さ 5 mm の試験片を切り出し、密度既知の標準試験片とともに横断面を軟 X 線撮影した。その後、画像解析ソフトを使用して軟 X 線写真の試験体の濃淡から密度を算出し、放射方向の密度分布を測定した。

走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察：密度分布測定用の試験片から一辺が 5 mm の立方体を切り出し、走査型電子顕微鏡 (日本電子 JSM5600LV) を使用し、横断面の早材の細胞形態を観察した。

ブリネル硬さ：未処理材および平滑処理をしない圧密材とした圧密材の木裏面のブリネル硬さを測定した。ブリネル硬さはインストロン型万能試験機を使用して直径 10 mm の鋼球を試験体に 0.32 mm 圧入した際の圧力 $P_{0.32}$ より $P_{0.32}/10$ (N/mm^2) とした。測定は早材・晩材それぞれ任意の 6 点で行った。

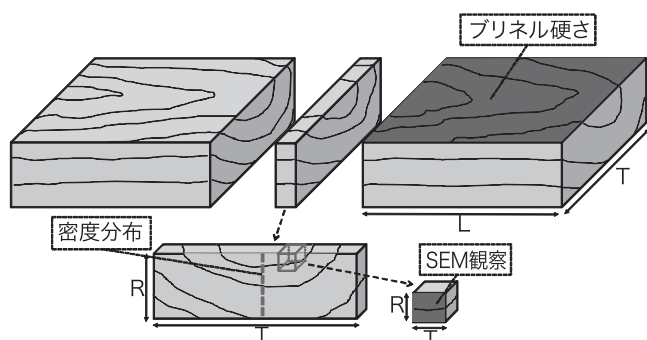


図 各測定用試験片

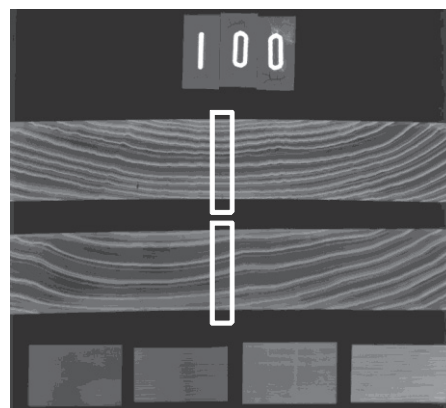


図 密度分布測定用軟 X 線写真

4-4-2-4 結果

圧密処理を行うとサイクル数に応じて厚さの戻りが小さくなる傾向があった。含水率約10%の試験体は3サイクルで、約25%の試験体は6サイクルで厚さがほぼ変化しなくなる傾向があった。

圧密処理後の圧密材の厚さと圧密処理直前の試験体含水率の関係を図に示す。

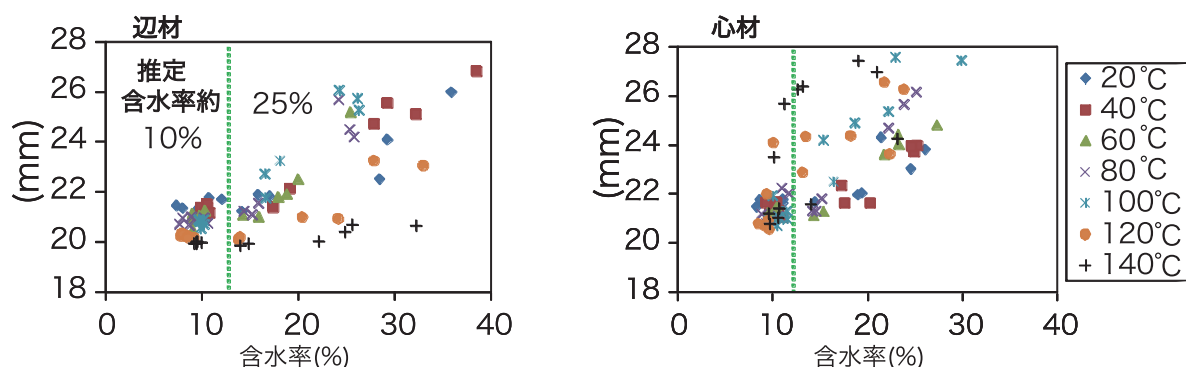


図 圧密材の厚さと含水率の関係

推定含水率約25%に乾燥させた試験体では、全乾法で求めた圧密処理直前の含水率の平均値が21.0%、標準偏差が5.8%であり、ばらつきが大きかった。辺材・心材ともに、熱板温度に関わらず含水率が高いほどスプリングバックが増大し、圧密材の厚さの戻りが大きくなる傾向があった。これらの厚さの戻りが大きい圧密材では、中央部の厚さの戻りが大きいため膨らみが生じるなど表面形状が平滑でないものが多く観察された。ただし、含水率が高いにも関わらず、熱板温度140°Cで圧密処理した辺材は厚さの戻りが小さく、圧密材の厚さがほぼ20mmとなるものがあった。次に、含水率約10%の圧密材では心材よりも辺材の方が厚さの戻りが小さく、特に熱板温度100°C以上の辺材の厚さはほぼ20mmであった。一方、含水率約10%の心材では熱板温度120°C、140°Cの圧密材でスプリングバックが大きいものが存在し、むしろ熱板温度100°C以下の方が比較的厚さの戻りが小さい傾向があった。以上の結果から、スプリングバックには試験体含水率と熱板温度が関係していることが示唆された。

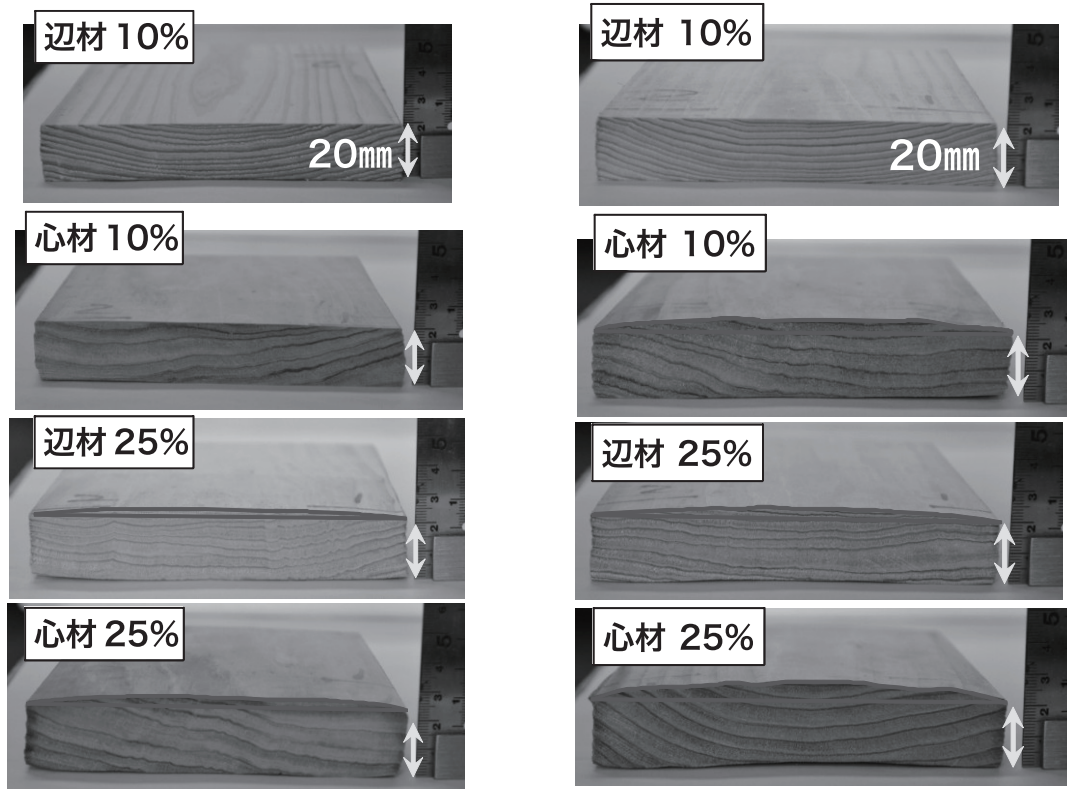


図 圧密材の写真（熱板温度左100℃、右120℃）

実用を想定し、全条件で半数の圧密材に対して両面が平滑になるまでプレーナー処理したところ、辺材・心材ともに含水率約10%の圧密材より含水率約25%の圧密材の方が両表面を平滑にするために要した厚さ減少量は大きかった。含水率約10%の圧密材は熱板温度に関わらず厚さ減少量が小さかったが、熱板温度140℃で圧密した心材では中央部の膨らみのため厚さ減少量が増大したものが存在し、ばらつきが大きかった。また、含水率約25%の辺材を熱板温度140℃で圧密処理した圧密材は厚さの戻りが小さく中央部の膨らみも無かったが、表面が波打っており、大きな厚さ減少量を要するものがあった。

続いて、放射方向の密度分布測定及び断面のSEM観察を行った。

[平滑処理なし]

未処理材の密度分布図の山の部分は晩材，谷の部分は早材の密度を示している。熱板温度20、40、60℃では圧密材早材部の密度が均一に増大したが、80℃で心材のみ、100℃以上で辺材・心材ともに表層の早材密度が内層よりも増大する傾向が見られた。一方で、晩材部の密度の増大はいずれの条件でも確認できなかった。これらの傾向に含水率による違いは見られなかった。

[平滑処理あり]

含水率約10%の圧密材では、平滑処理を行わないものと同様に熱板温度100℃以上で辺材・心材に関わらず表層の早材密度が内層と比較して増大する傾向があった。しかし、心材では含水率約10%であっても熱板温度140℃で圧密処理した圧密材に表層と内層の早材密度が均一なものが存在した。また、含水率約25%の圧密材は熱板温度120℃、140℃で圧密処理した辺材の数試験体を除き、ほとんどの圧密材で表層早材の圧密部が除去されており、密度が減少していた。

平滑処理をしていない含水率約10%の辺材において、早材密度が均一に増大した熱板温度20℃で圧密処理した圧密材および、表層の早材密度が局所的に増大した熱板温度100℃で圧密処理した圧密材の横断面をSEM観察した。その結果、

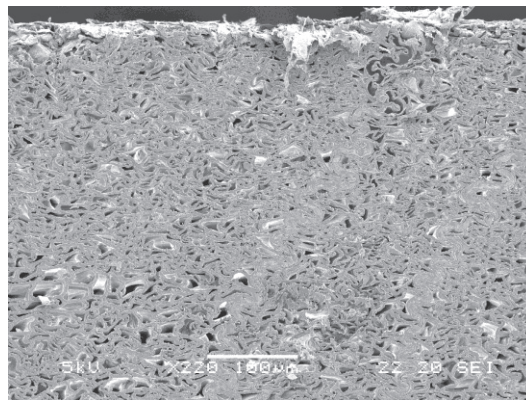


図 SEM画像（熱板温度100℃、辺材10%、220倍）

いずれの熱板温度で圧密処理した圧密材でも、表層の早材部の細胞が変形していることが確認できた。両者を比較すると、熱板温度100℃の圧密材の方が表層早材部の圧密部位の厚さが大きく、また細胞が密になっていることが観察できた。

密度分布より、表層の早材密度が局所的に増大した熱板温度100℃以上の辺材・心材の圧密材のブリネル硬さを測定した。平滑処理による厚さ減少量が小さかった含水率約10%の辺材および心材の圧密材は、ともに平滑処理後も未処理材と比較して危険率1%で有意に大きいブリネル硬さを示した。また、平滑処理前と同様に熱板温度が高いほどブリネル硬さが大きい傾向が見られた。ただし、心材を熱板温度120℃、140℃で圧密処理した圧密材のブリネル硬さはばらつきが大きかった。一方、含水率約25%の圧密材では熱板温度120℃および140℃で圧密処理した辺材のみ未処理材より危険率5%で有意に大きかった。

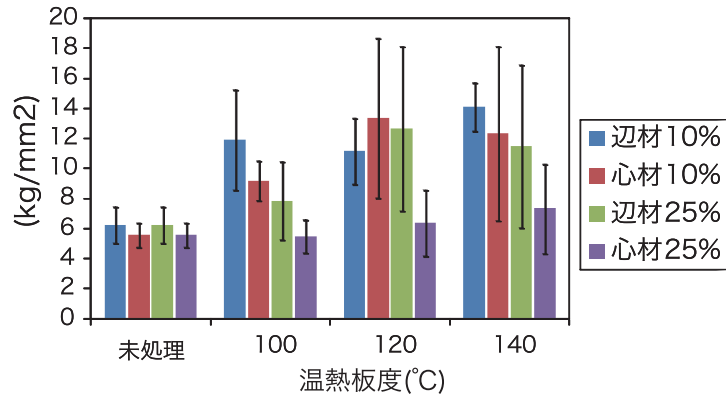


図 ブリネル硬さ（平滑処理あり）

4-4-2-5 考察

辺材のみ、心材のみとなるように作製したスギ板材を圧密処理したところ、それぞれで異なる結果が得られた。

圧密材の厚さの結果より、辺材は含水率約10%では熱板温度100℃以上、25%では熱板温度140℃の条件で厚さの戻りが小さかったが、心材は含水率約10%で熱板温度100℃以下の条件で厚さの戻りが小さくなり、その他の条件では厚さの戻りが大きかった。材内温度変化の結果より、心材内に水分が存在しているにもかかわらず材内温度が100℃を超えていることから水の沸点が上昇している可能性があり、すなわち心材は気体透過性が低いため蒸気が排気されずに材内圧力が上昇し、大きなスプリングバックが発生して圧密材の厚さの戻りが大きくなったと考えられる。一方、密度分布の結果では、含水率に関わらず辺材では熱板温度100℃以上、心材では熱板温度80℃以上で圧密処理を施すと表層の早材密度が局所的に増大し、密度が均一に増大したものよりも表層の早材細胞が密になることが明らかとなった。また、ブリネル硬さは辺材・心材ともに熱板温度の上昇に伴い大きくなった。一般にリグニンは80℃で軟化することが知られており、表層の早材密度を局所的に増大させるためには熱板温度80℃以上で木材表層を熱可塑性化させる必要があると示唆された。

平滑処理による厚さ減少量は辺材・心材ともに含水率約10%の圧密材では小さかった。また、含水率約10%の圧密材でも熱板温度140℃で圧密した心材では厚さ減少量が大きいものが存在した。その理由として、高い含水率や低い気体透過性のため材内圧力が高まり厚さが戻ることによる材中央部の膨らみや、乾燥によるカップ変形により、表面の凹凸が大きかったことが考えられる。また厚さ減少量が小さかった条件では、表層の高密度な早材部が残存し、大きなブリネル硬さも維持された。仕上げ処理のコス

トや時間の節減と圧密材の性能の維持のためには平滑処理による厚さ減少量が小さいほど良いため、含水率は約10%、熱板温度は辺材では全条件、心材では100℃以下が適していると考えられる。

以上の結果から、性能の良い圧密材に必要とされるのは材表層の早材密度と早材のブリネル硬さが大きく向上し、かつ材表面の凹凸や変形が小さいことであると示唆された。本研究の圧密処理法では辺材は含水率約10%および熱板温度100~140℃が性能の良い圧密材が得られる条件であった。一方、心材では含水率約10%、熱板温度100℃で性能の良い圧密材が作製できた。

このように、スギ辺材と心材では、辺材の方がより広い条件で性能の良い圧密材が得られることが明らかになった。これは、心材では圧密処理中に材内で発生した水蒸気が排気されにくく、材内圧力が高まって大きなスプリングバックが発生しやすいためであり、すなわち辺材と心材の気体透過性の違いが原因であると示唆された。

実際に製品としてスギ圧密材を製造する際には辺材・心材両方を含む板材が材料になるが、本研究の結果からは含水率約10%および熱板温度100℃が適した条件となり、圧密処理の条件は心材に制限されると考えられる。今後、本研究の圧密処理条件において辺材・心材両方を含むスギ圧密材を作製し、その性能を調査する必要がある。

4-4-3 パイロットプラントによる圧密処理について

九州大学での予備試験の結果を元に、圧密処理フローリングの試作品を作製した。処理についてはインテリア研究所



写真 ホットプレス

有のホットプレス（写真、最大荷重40t）を用いた。

表 圧密処理工程

工 程		時間 (m)
1	圧密用治具（鋼鉄製）の加熱（120℃）	30
2	圧密用治具の間に供試材料を挟む	0.5
3	所定の厚みまで圧縮	1
4	圧密用治具に厚さを維持するための拘束治具を取り付ける	0.5
5	解圧、プレスから取り出す	0.5
6	40℃以下まで放冷	120

圧密処理工程については表のとおり実施した。圧密加工は供試材料を厚さ20mmから12mmになるまで圧縮した（目標の圧縮率40%）。

4-4-3-1 供試材料

九州産スギ材（辺材）、1,050 × 110 × 20mmを用い、一度の処理に1枚を使用した。

4-4-3-2 結果

目標の圧縮率は40%であったが、スプリングバックを起こすため、治具の取り外し直後の圧縮率で34.6%であった。

本方法は、工程1～5までの時間が約30分と短いこと、および放冷のためにプレスから製品を容易に取り出せることが特徴となっている。そのため、治具を何組か準備すれば順次に生産できる。このことは生産コストにとって利点と考えられる。しかしながら、形状の固定化については考慮していないため、形状の戻りが推察されるため、塗装によって戻りを抑制する等の対策が必要と考えられる。



写真 圧密加工の様子



写真 放冷工程



写真 圧密処理フローリングの試作品

5. 杉材の不燃加工について

地域材を公共施設だけではなく、広く社会に使われるようにしていくには、どこに設置しても安全な素材として提供できることが必要である。その一つの要求事項として不燃処理という概念がある。日本が戦後の高度成長期に、都市部を中心に大型の鉄筋性ビル建設を推し進めた結果、一時期に高層ビル建設が集中し、ビルそのものの老朽化が深刻な状況を生み出している。鉄筋コンクリート製ビルは、通常建設から70年経過すると遊離したアルカリ性物質が溶脱し、アルカリ性から中性領域に入るとされている。その為、内部に組み込まれた鉄筋が腐食し、建築物の強度低下を引き起こすとされている。従って、戦後70年近く経過するビルは建て替えを行う必要性が発生し、集中した建設時期が来るとされている。その為、建築物に収める様々な製品が集中して発生すると思われる。

一方、これらの高層ビルでは火事などの延焼を抑える必要性から、使用される素材には不燃性の要求が必要となってくる。特に3階以上に使用される素材には、建材であろうとそこに設置される備品であろうと難燃性を求められる可能性がある。

そこで、大川では他産地の文化用品との差別化を図るためにも、素材そのものに難燃性の性能を持たせ、更に密閉された空間内でもVOCガスなどが発生しない「安心」「安全」な素材開発を目指すこととした。

本研究会では、地域材の欠点を補い、更にこれから要求されるであろう素材開発を目指すために、2つの技術を最終的には合体させ、新たな素材提供の指針を打ち出す予定である。

5-1 不燃処理方法

5-1-1 薬剤

今回は、不燃薬剤として良く利用されるホウ素系化合物を用い、添加する薬剤を選択することによってホウ素濃度を3.5%以上としたものである。この薬剤は、合同会社東研より購入し、インテリア研究所において減圧加圧法で含浸させた。

5-1-2 含浸方法

東研より購入した難燃性薬剤を適当な濃度に調製し、供試材料（九州産スギ材）に減圧加圧法にて注入処理した。減圧および加圧処理についてはインテリア研究所所有の減圧加圧装置（写真）を用いた。注入処理工程については表のとおり実施した。



写真 減圧加圧装置

表 注入処理工程

工程		時間 (h)
1	減圧 (-90 KPa)	2
2	減圧しながら薬剤導入	0.5
3	加圧 (0.7 MPa)	1
4	減圧後、薬剤追加	0.5
5	加圧	20.5
6	減圧	0.5

5-1-3 供試材料、薬剤

福岡県産スギ材(辺材)、1,050×110×20mmを用い、一度の注入処理に4枚使用した。難燃性薬剤は最も濃い薬剤を 1/1 濃度とし、これを元に 2/3 濃度、1/2 濃度、1/3 濃度に調製し、使用した。注入処理後、供試材料は室内にて風乾させた。

5-1-4 結果

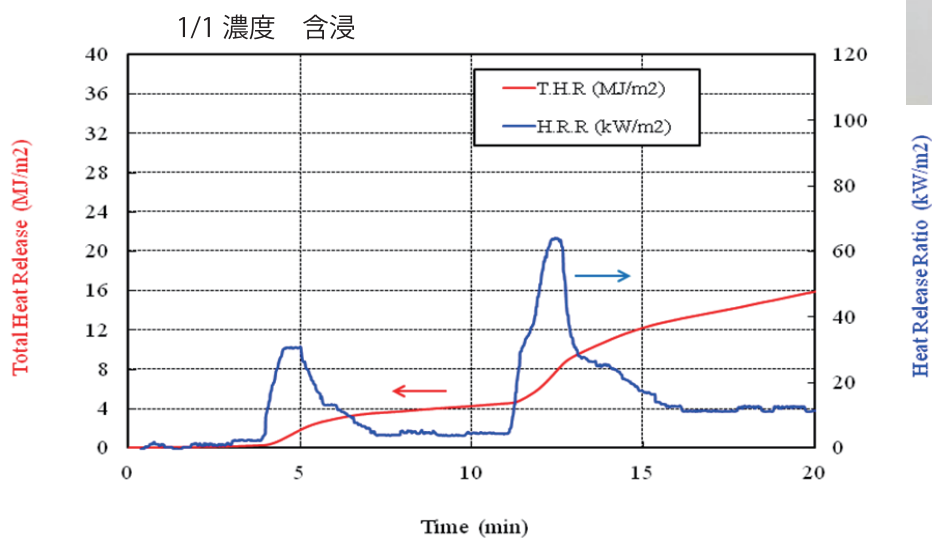
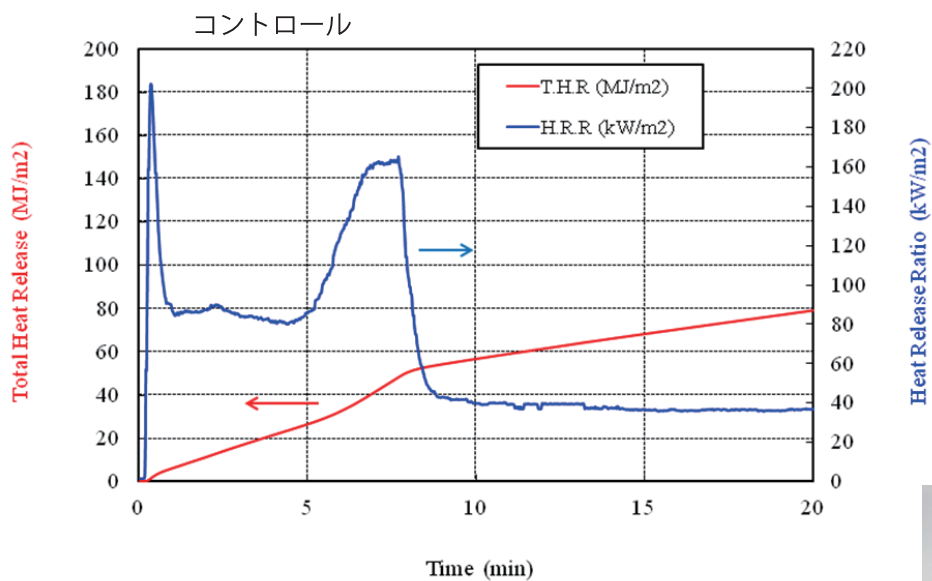
注入処理後の薬剤残量より算出すると、供試材料 1 枚当たりの薬剤注入量は約 1.5L であり、供試材料に十分に薬剤が注入されたと考えられる。加圧および減圧時間については今回検討していない。時間短縮によりさらなるコスト削減の余地があると考えられる。



写真 薬剤処理材の乾燥

5-1-5 燃焼試験

燃焼試験は、あいち産業科学技術総合センター産業技術センターのコーンカロリメータによって試験を行った。図にコントロールと 1/1 の薬剤を含浸させた素材の燃焼試験結果を示す。



コーンカロリメータによる不燃材の判定基準は、以下のようになっている。

- (1) 加熱開始後 20 分間の総発熱量が、8MJ/m²以下であること。
- (2) 加熱開始後 20 分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂及び穴がないこと。
- (3) 加熱開始後 20 分間、最高発熱速度が、10 秒以上継続して 200kW/m²を超えないこと。

準不燃材の基準は 10 分間、難燃材は 5 分間である。この結果から、薬剤を含浸することにより、準不燃性の素材であることが判別できる。

5-1-6 プリネル硬度

含浸させる薬剤は無機化合物であり、ホウ素含有率が高いことから、含浸された材

の表面硬度が向上すると考えられる。ところで、文献では杉のブリネル硬さは8～9 K g/mm²とされているが、今回問題になっている杉の柔らかさは総じて早材の個所であり、この部分の硬度が上昇することが求められている。そこで、本実験では早材部分での比較を行った。

5-1-6-1 方法

圧密処理および難燃性薬剤処理を行った材料について、表面の硬さを測定した。試験方法は JIS Z 2101 :2009 木材の試験方法 表面硬さ（ブリネル硬さ）を参考に実施した。測定箇所は辺材の早材部とし、測定数は各試験体10箇所とした。

5-1-6-2 供試材料

供試材料は九州産スギ材の板目材を、難燃性薬剤処理したもの（1/1濃度）、圧密処理したもの、難燃性薬剤処理（1/1濃度）後に圧密処理したものおよび未処理材を用いた。これらの材料の表層は、プレーナーで約0.5mmを切削した。



写真 ブリネル硬さ試験

5-1-6-3 結果および考察

ブリネル硬さの測定結果を図に示す。未処理材と比較して、圧密処理、難燃性薬剤処理により、スギ材のブリネル硬さが向上したことが確認された。結果として、今回、難燃性薬剤処理+圧密処理した材料においてブリネル硬さが最大となった。

圧密処理材は、市販の圧密材の硬さ（40%圧密材 12 N/mm²）と比較して小さい値となっているのは、今回の処理は表層のみの処理であり、その表層部分をプレーナー加工したためだと考えられる。

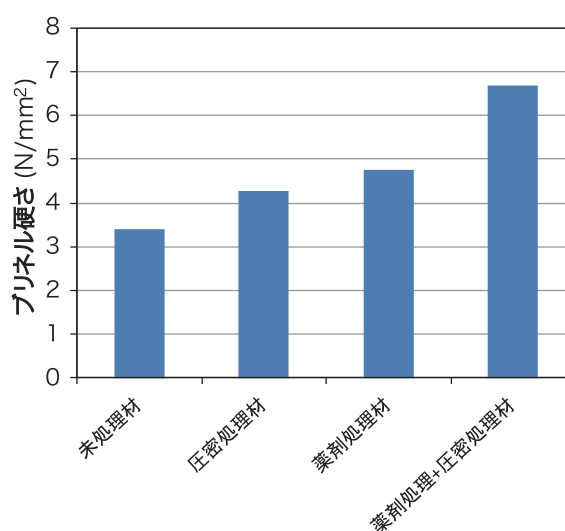


図 ブリネル硬さにおける圧密処理及び難燃性薬剤処理の効果

5-1-7 VOC 試験（小型チャンバー法）

文化用品用素材は通常密閉された空間での使用がなされ、またインテリア関係の建材においては「安心」「安全」な素材提供が求められていることから、薬剤含浸後のVOCガスの分析を行い、関係する薬剤が発生していないかを検証する必要がある。そこで、小型チャンバー法を用いて、ガス分析を行い、検証した。

5-1-7-1 試験方法

分析は、以下の基準に基づいて実験を行った。

JIS A1901:2003 建築材料の揮発性有機化合物（VOC）、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法—小型チャンバー法

温度：28±1.0°C

湿度：50±5%

チャンバー内有効容積：18.3L

試験体表面積：438cm²

試料負荷率：2.39m²/m³

換気量：153mL/min

換気回数：0.502回/h

試験体をチャンバーに設置して1日（24時間）後に、チャンバー排出空気をアルデヒド類用に10L・VOC類用に3.2L捕集した。

5-1-7-2 分析結果

分析の結果、関係する薬剤は検出されなかった。薬剤含浸した材は「安心」「安全」な素材として提供できる事が証明された。

VOCガス分析結果

	1/1 圧密なし		2/3 圧密あり		コントロール 圧密なし		コントロール 圧密あり	
	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 ($\mu\text{g}/[\text{m}^3\cdot\text{h}]$)	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 ($\mu\text{g}/[\text{m}^3\cdot\text{h}]$)	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 ($\mu\text{g}/[\text{m}^3\cdot\text{h}]$)	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	放散速度 ($\mu\text{g}/[\text{m}^3\cdot\text{h}]$)
ホルムアルデヒド	10	2.1	22	4.6	10	2.1	10	2.2
アセトアルデヒド	29	6.0	29	6.0	12	2.5	77	16.1
アセトン	6	1.3	89	18.6	3	0.7	22	4.6
2-ブタン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ヘキサン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
酢酸エチル	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
クロロホルム	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
1,2-ジクロロエタン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
1,1,1-トリクロロエタン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ベンゼン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
四塩化炭素	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
1-ブタノール	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
1,2-ジクロロプロパン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
トリクロロエチレン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ヘプタン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
n-ヘキシルアルコール	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
トルエン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ジブチルジメチルシラン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
オクタン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
テトラクロロエチレン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
酢酸ブチル	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
エチルベンゼン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
キシレン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
スチレン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ノナン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
α -ピネン	検出せず	検出せず	11	2.2	検出せず	検出せず	3	0.6
トリメチルベンゼン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
デカン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
p-ジクロロベンゼン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
リネン	検出せず	検出せず	2	0.3	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ノナール	2	0.5	3	0.7	検出せず	検出せず	2	0.4
ウンデカン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
デセリン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
デカール	1	0.3	3	0.7	検出せず	検出せず	2	0.4
ドデカン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
トリデカン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
テトラデカン	検出せず	検出せず	8	1.7	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ペンタデカン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
ヘキサデカン	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず

6. 総括

地域材を文化用品へ活用するにあたって、必要となる物性、加工施設、及び加工された材の販路について、既に手掛けている機関を訪問し調査した結果、興味ある情報を入手することが出来た。地域材を出来るだけ塗装せずに木の触感を持ったものを提供しようとする、加工工程に若干の違いがあるものの基本的にどの機関もほぼ同じ加工方法に頼っていると言うことである。加工温度は180℃を境に、時間を長くしたり、事前に蒸気で柔らかくしたり、冷却を均一にしたり、それぞれ工夫はあるものの、圧縮後材がスプリングバックしないように固定化させることに違いはない。この方法の課題は、加工温度が高いために施設に掛ける投資が高くなること、加工時間が長くなること、そして私たち文化用品を取り扱うものにとって一番気になる「色」と「臭い」の変化である。投資金額が増えたり、加工時間が長くなったりすることで、材のコスト高に繋がりが、結果的に民間での利用が進まず公共施設ばかりに利用されることになっている。そこで、本事業の中で如何にこの課題を解決できるかについて、研究グループを形成して具体的に解決策を検討してみた。その結果、意外と表層圧密を低温（100℃程度）で行うと、「色」と「臭い」を地域材らしい状態で、表面硬度を上げることが出来た。更に、今後高層ビル内のインテリアに材を利用する場合を考慮して、不燃加工処理を行うことにも取り組んだ。その結果、難燃性の材開発に成功すると共に、早材の部分の硬さを倍近くまで向上させることに成功している。これらの結果を組み合わせると、地域材を文化用品に低価格で、しかも難燃性という特徴を持たせて提供することが可能と考えられる。

今後は、更に機能性を持った素材開発に取り組み、福岡県でしかできない素材提供を目指す必要がある。

最後に、本事業を行うに当たり、ご支援を頂いた林野庁様に厚くお礼致します。

7. 別紙資料

別紙資料①「地域材活用研究会」

地域材活用研究会プレ会議	
開催日時	平成24年8月21日（火）14時～
開催場所	福岡県工業技術センターインテリア研究所2階研修室
参加委員	10名（研究機関等のメンバー）
内 容	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業の方向性の確認について ・室内で使用できる素材開発 ・加工方法→圧密化、難燃化、安定化

第1回地域材活用研究会	
開催日時	平成24年9月11日（火）14時～
開催場所	福岡県工業技術センターインテリア研究所2階研修室
参加委員	21名（代理出席含む）
内 容	<ul style="list-style-type: none"> ・平成24年度補助事業スケジュールについて ・不燃加工専門家の加入（合同会社東研）及び研究体制の確認 ・杉ラミナパネル素材について

第2回地域材活用研究会	
開催日時	平成24年11月26日（月）14時～
開催場所	福岡県工業技術センターインテリア研究所2階研修室
参加委員	22名（代理出席含む）
内 容	<ul style="list-style-type: none"> ・インテリア研究所、九州大学大学院からの報告 ・不燃処理の工程および簡易燃焼実験の結果について

第3回地域材活用研究会	
開催日時	平成25年3月21日（木）14時～
開催場所	福岡県工業技術センターインテリア研究所2階研修室
参加委員	20名（代理出席含む）
内 容	<ul style="list-style-type: none"> ・試験、分析等の結果報告について ・次年度事業について

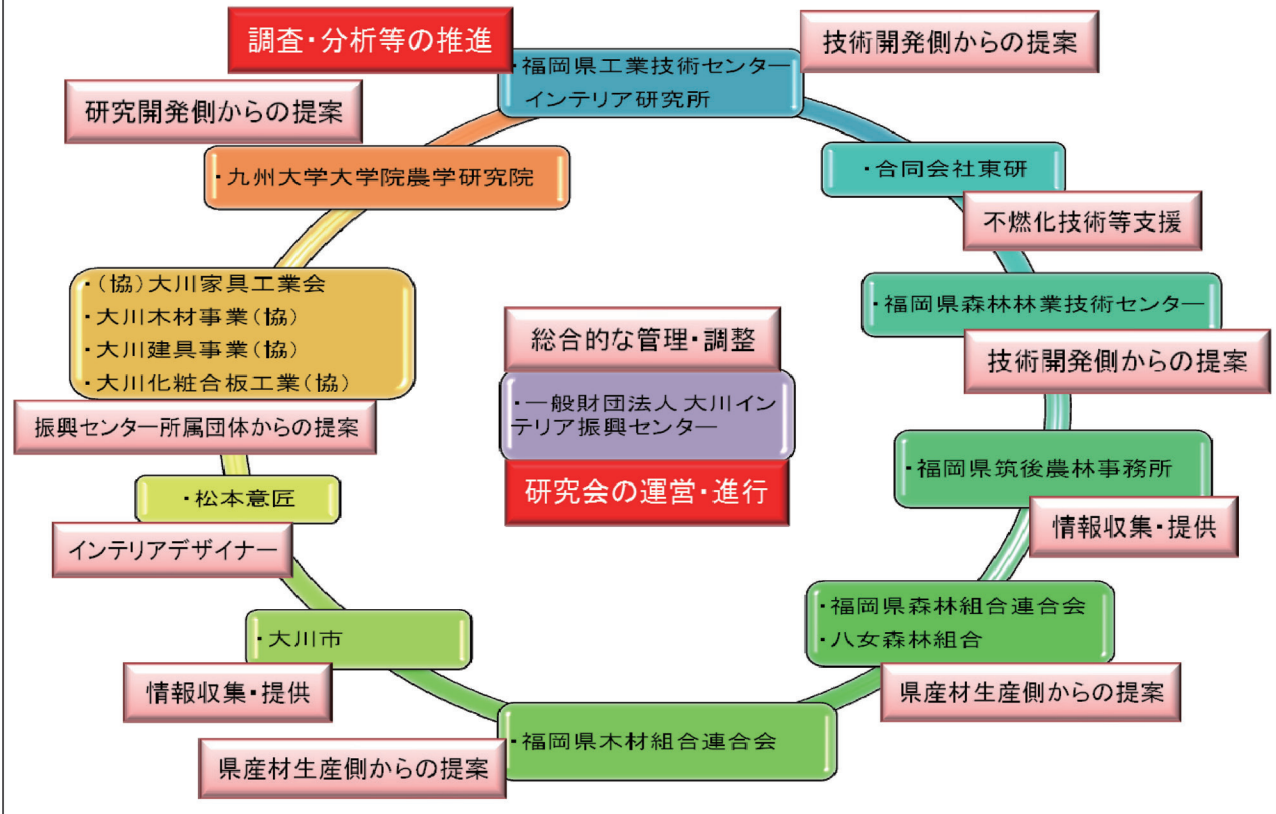


▲第1回地域材活用研究会

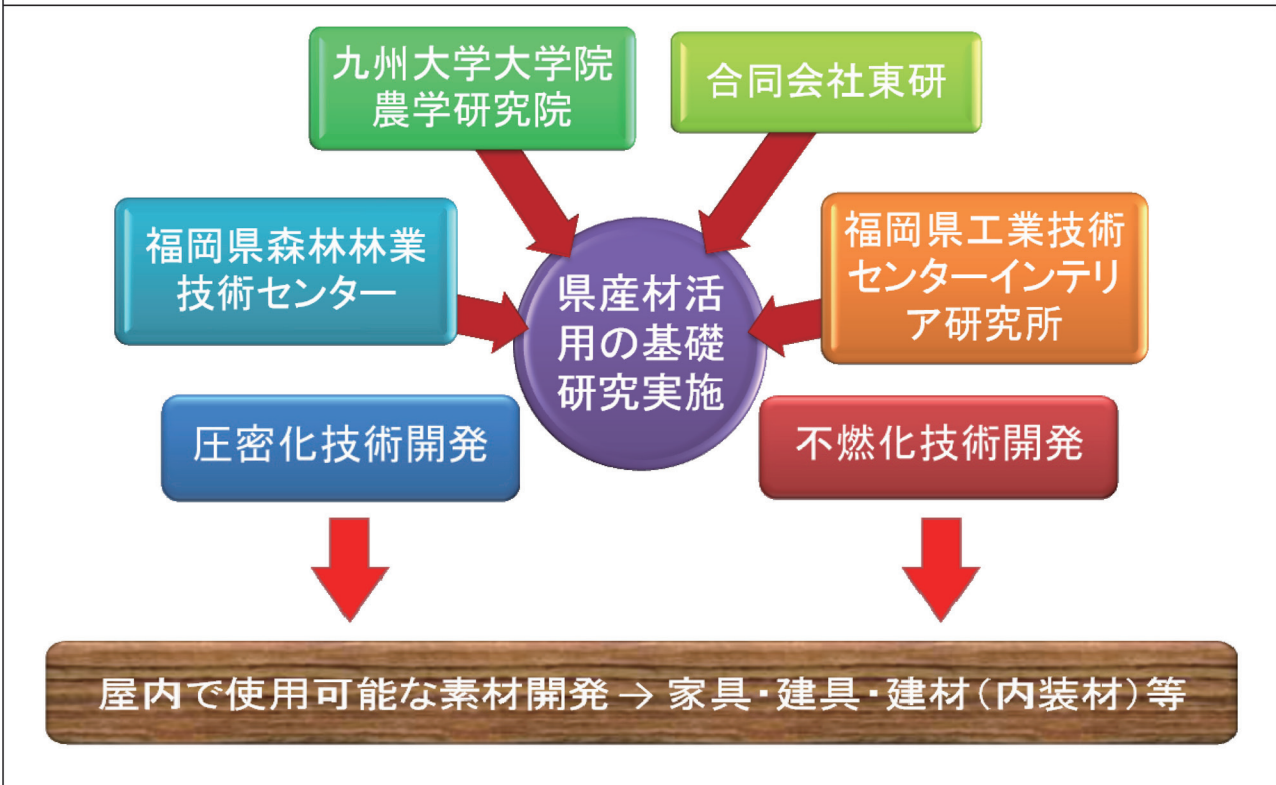


▲第2回地域材活用研究会

「地域材活用研究会」連携体制



技術開発の連携・協力体制



「地域材活用研究会」参加名簿一覧（敬称略、順不同）

	所 属	氏 名	備 考
九州大学	九州大学大学院農学研究院 環境農学部門サステイナブル資源科学講座 木質資源工学研究室 准教授	藤本 登留	
	九州大学 知的財産本部 総合調整グループ コーディネーター	中村 雅昭	
福岡県	福岡県森林林業技術センター 所長	村上 英人	
	福岡県森林林業技術センター 研究部 資源開発課 課長	友清 昇太	
	福岡県森林林業技術センター 研究部 資源開発課 研究員	片桐 幸彦	
	福岡県筑後農林事務所 林業振興課 普及係 係長	嶋田 雄一	
	福岡県筑後農林事務所 林業振興課 普及係 技術主査	藏原 雅祥	
	福岡県筑後農林事務所 林業振興課 普及係	川上 恭一	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所 所長	諫山 宗敏	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所 技術開発課 課長	脇坂 政幸	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所 技術開発課 研究員	朝倉 良平	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所 技術開発課 主任技師	楠本 幸裕	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所 技術開発課 主任技師	竹内 和敏	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所 技術開発課 主任技師	岡村 博幸	
森林組合	福岡県森林組合連合会 代表理事会長	横田 進太	
	八女森林組合 代表理事組合長	田島富士雄	
木材組合	(社) 福岡県木材組合連合会 会長	角 和憲	
大川市	一般財団法人大川インテリア振興センター	土井彌一郎	
	大川市インテリア課 課長	田中 稔久	
大川市 業界団体	(協) 大川家具工業会 副理事長	田中 達美	
	大川木材事業 (協) 副理事長	植木 正明	
	大川建具事業 (協) 副理事長	石橋 正年	
	大川化粧合板工業 (協) 理事長	池末 和海	
専門家	松本意匠 代表	松本 豊	
	合同会社東研 代表業務執行社員	山口 東彦	
事務局	一般財団法人大川インテリア振興センター	龍 克也	
	一般財団法人大川インテリア振興センター	武田 英典	

知っていますか？ こんな制度！

平成 21 年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、林野庁では公共施設などへの木材活用も含め、国産材自給率を今後 10 年間で 50% まで引き上げるため、各種補助事業を行っています。

東京都港区では平成 23 年 10 月より、「みなとモデル二酸化炭素認証制度」を開始しています。これは港区内で建てられる建築物等に国産木材の使用を促すことで、区内での二酸化炭素(CO₂)固定量の増加と国内の森林整備の促進によるCO₂吸収量の増加を図り、地球温暖化に貢献できる制度です。

この制度では、港区と「間伐材を始めとした国産材の活用促進に関する協定」を締結した自治体から産出される協定木材の使用を特に推奨しています。

今回、港区の「みなと森と水ネットワーク会議」事務局から白鳥芳洋氏をお呼びしています。港区の取組みと考え方は、大手企業を中心に全国規模で広がろうとしています。是非、皆さんに出来ること、『こんなことができる』、『あんなものがある』など、訴えてみませんか！

〈日時〉 平成 24 年 12 月 17 日 (月) 14:00～

〈場所〉 大川産業会館 3 階大会議室

福岡県大川市大字酒見 221-3

〈予定〉 14:00～ 「みなとモデル」白鳥芳洋氏講演

15:30～ 機関発表

16:00～ 質疑応答

〈備考〉 参加費無料

(問合せ先) 福岡県工業技術センターインテリア研究所

【担当者】 諫山、朝倉

TEL: 0944-86-3259 FAX: 0944-86-4744

【主催】 福岡県工業技術センターインテリア研究所
一般財団法人 大川インテリア振興センター

【共催】 大川木材事業協同組合

「みなとモデル講演会」参加団体・企業等一覧（順不同）		備考
公的機関等	飯塚市役所農林振興課	
	大川市役所インテリア課（研究会）	
	大川市役所まちづくり推進課	
	北九州市産業経済局農林水産局農林水産部農林課	
	福岡県森林林業技術センター（研究会）	
	福岡県筑後農林事務所	
	福岡県林業振興課	
	宮崎県木材利用技術センター	
	諸富デザインセンター	
	八女市役所	
	（財）大川インテリア振興センター（研究会）	
	福岡県工業技術センターインテリア研究所（研究会）	
	九州大学大学院農学研究院（研究会）	
民間団体等	（協）大川家具工業会（研究会）	
	大川木材事業（協）（研究会）	
	大川建具事業（協）（研究会）	
	福岡県家具工業組合、大川特注家具協議会	
	立花町森林組合	
	広川町森林組合	
	八女上陽町森林組合	
	八女森林組合（研究会）	
	八女木材共販所	
民間企業等	石橋建具製作所	協和産業（株）大川営業所
	（株）井上企画	材木新聞社
	（株）ウエキ産業	白垣木材（株）
	（株）エトウ	新栄合板工業（株）
	（株）エレガントウッドCO	日刊木材新聞
	（株）熊井産業	野中建具店
	（株）近藤材木店	東日本パワーファスニング（株）
	（株）佐藤商会	松本意匠（研究会）
	（株）佐藤木材	（有）生松工芸
	（株）タツミ	（有）木下建具
	（株）中村製材所	（有）高田製材所
	（株）広津商会	（有）竹下建具工芸
	（株）富士商会	



▲みなとモデル講演会風景①



▲みなとモデル講演会風景②

別紙資料③-1 「視察報告（岐阜県、愛知県）」

視 察 日	平成24年12月12日（水）～13日（木）
視 察 先	飛騨産業株式会社 本社・工場（岐阜県高山市漆垣内町3180、2598） マイウッド・ツー株式会社（愛知県岩倉市井上町種畑20番地）
視察委員	土井彌一郎（委員長：一般財団法人大川インテリア振興センター理事長） 藤本 登留（委 員：九州大学大学院農学研究院 准教授） 諫山 宗敏（委 員：福岡県工業技術センターインテリア研究所 所長） 田中 稔久（委 員：大川市インテリア課 課長） 植木 正明（委 員：大川木材事業協同組合 副理事長） 武田 英典（委 員：一般財団法人大川インテリア振興センター職員）
視察目的	<p>■飛騨産業：地域材の圧密加工について、岐阜大学方式（棚橋方式）を使って、製品化を行っている飛騨産業を訪ね、経緯及び開発情報を入手する。特に、飛騨産業は2011年に本社移転を行い、新工場を稼働させ、圧密加工機を増設したとの情報があることから、新たな機器の情報などを入手する。</p> <p>■マイウッド・ツー：同じ圧密加工であるが、京都大学方式を採用しているマイウッド・ツー株式会社を訪ね、その加工方式に関する情報を入手する。</p>
視察内容	<p>■岐阜県高山市は森林率93%の人口10万人弱の都市であるにもかかわらず、年間400万人の観光客が訪れる。飛騨産業(株)は岐阜県高山市に位置し、本業は家具・インテリア製造を行い、飛騨産業ブランド化に成功し、全国にショールームを展開している。飛騨産業の特徴は、「曲げ」の技術であるが、近年は海外からの輸入品が多くなり、厳しい状況である。差別化を図るため高品質の製品作りを行っている。国産材への取組みは10年以上になる。技術は、岐阜大学（棚橋先生）方式である。大学と共同研究を行い、圧縮木材の技術開発を行ってきた。現在ではスギ材を圧縮処理して強度を加えたフローリング、壁材などの内装用資材を生産している。2011年に、本社と第2工場を閉校した大学跡地に移転し、圧縮用のプレス機を追加して生産体制を強化している。第2工場の広さは、300㎡程度であり、圧密化装置2台（新、旧）、蒸し器、浸せき容器等が設置されている。従来の圧密化装置は3段プレスであったが、新しく導入したものは5段プレスで、圧力は30kg/㎤で設計されている。新型機の総圧は、1000トンである。前回視察したときとの違いは、圧密化装置に入れる前に、事前に木材を蒸す装置が準備されている点である（前回の視察の際は、一定の含水率（15%前後）に調整された木材をそのまま装置に入れ、一つの装置内で蒸す、圧縮、冷却を行っていた。そのため、軟化1～2時間、圧縮1.5時間が必要となり、冷却を入れると1サイクルで5時間程度必要となる）。</p>

1 サイクル、1 時間程度に効率化が図られている。プレス機は、新型機で4000万円。旧型機で3000万円程度。ボイラーは、工場全体から出る廃材を燃やすバイオマス型ボイラーである。夏に貯まった廃材を冬に燃やす工夫を行っている。エネルギー的には十分である。生産体制としては、地元の潰れた森林組合から製材装置を引き取り、丸太の調達から製造まで行っている。圧密化する前に、大きさを調整されたスギ材を蒸気容器にて軟化処理を行っていた。温度は、前回の調査から基本的に100℃前後と推察される。また、薄板に関しては湯煎（60℃前後）で熱処理していた。時間は板の厚みにより変化する。蒸されて柔らかくなった材を、規格に合わせてプレス機で圧縮処理を施している。この際圧縮率を調整している。製品としては35%圧縮タイプと50%圧縮タイプがあるが、特注対応も行っている。完全受注生産のため、受注から納品まで約2カ月掛かっている。非常に需要が高くなっている。



▲飛騨産業(株)圧縮木材の説明風景

現在は、朝3時から夜11時までの2交代制で生産を行っている。人員は5人（若年者が1人、年配者が4人）である。圧縮木材の製造については、各工程がライン化されていないため、人件費も含めて商品コストが高くなっている。主に公共物件の内装用資材の需要が中心で、注文に季節性があり、夏場の需要が少ない。また、来年、研究開発の拡大を図る予定で、圧縮技術を応用した木材の3次元加工についても技術開発を行っている。現時点では、圧縮木材の売上は飛騨産業の全体売上の1割に満たない状況である。家具・インテリア製品には一部国産材を使用しているが、大半は外材を使用している。

■マイウッド・ツー(株)の工場は、愛知県岩倉市の閑静な住宅地に位置している。プラスチックの圧縮技術を基に、スギ材の圧密加工の技術を開発してフローリングなどの内装資材を生産している。木材圧縮工程の施設の見学許可が下りなかったため、座学での説明と圧縮後の工程の見学のみとなった。顧客の大半は自治体で、地域材活用に熱心な自治体に対して福山社長自ら営業を行い、地域材を活用することで生まれる経済的波及効果を説明し、トータルで試算することの大切さを諭して説得している。発注自治体の地元のスギ材を切りだして工場に運び込み、圧密加工処理を施して納品するビジネスモデルを構築し、受注の8割は材の供給元の指定がある。これまで42の都道府県で、400件以上の物件に納入しているが、役場の庁

	<p>舎、図書館、体育館といった公共建築物向けが全体の9割以上を占めている。受注後8か月で納品できる体制を取っているが、圧密加工の前処理である乾燥に時間をかけるため、半年間は材料の準備に費やしている。材料を前もって確保する分離発注を出来ない上、公共事業が年度の下半期に集中するため、商品の営業よりも材料確保に力を入れている。床は60%、机・手摺りは50%など、用途に応じて圧密の程度を変えている。商品価格は地域の事情（納期や木材品質の違い）によっても変動する。外材に比べて割高になるので、生産体制の効率化等によるコストダウンについては今後の課題になるが、現在の立地では工場拡張は難しく、乾燥は外注に任せている。加工工場の拠点が各地に点在していたほうがトラックによる輸送も省けて便利であり、地域材の活用もより促進できると思われる。</p>
備 考	<p>■飛騨産業(株)は、木材の圧縮に関わる各種設定・条件については企業秘密のため説明できないとのことであった。設備については施設の見学と簡単な説明であった。飛騨産業(株)では圧縮機を2台使って2交代制で操業していた。マイウッド・ツー(株)については施設の見学も許可が出なかったため、何台の圧縮機を使っているのかは確認できなかったが、操業中にもかかわらず、騒音等は聞こえてこなかった。圧縮木材のコストが高く、現状の供給先として自治体を中心になっているため、発注が年度の下半期に集中し、年間を通して安定した生産体制を維持する場合、在庫を抱えるなどのリスクが伴う。また木材の産地指定がある場合は、受注生産になるため、指定産地の木材の確保が一番の問題になっている。分離発注できない自治体の会計制度では長期的な事業計画が立てられないので、将来的に民間企業への市場開拓も必要になってくる。</p>



▲マイウッド・ツー(株)の説明風景

別紙資料③-2 「視察報告（旭川市）」

視察日時	平成25年2月13日（水）～14日（木）
視察先	株式会社カンディハウス（旭川市永山北2条6丁目） 北海道立総合研究機構 林産試験場（旭川市西神楽1線10号）
視察委員	土井彌一郎（委員長：一般財団法人大川インテリア振興センター理事長） 諫山 宗敏（委員：福岡県工業技術センターインテリア研究所 所長） 田中 稔久（委員：大川市インテリア課 課長） 植木 正明（委員：大川木材事業協同組合 副理事長） 武田 英典（委員：一般財団法人大川インテリア振興センター職員）
視察目的	地域材活用への取組みを調査するために、旭川家具の(株)カンディハウスと北海道立総合研究機構林産試験場の視察を行う。
視察内容	<p>■旭川市は人口約36万人の都市で、周囲を山に囲まれた盆地に位置している。旭川市では季節の寒暖差の激しく、周辺の山林では年輪模様の細かい良質な木材が取れるため、木工産業が発展してきた。(株)カンディハウス（従業員265名）は旭川を代表する家具メーカーである。創業4～5年の間は北海道産のカラマツやナラ材を使った家具を製造していたが、現在は原材料の約9割を輸入材に依存している。北海道でも50年産材のタモ材が豊富に存在し、カラマツも含めて、地域材の活用方法がこれからの課題になっている。地域材の活用例として、新しい旭川駅には北海道産のタモ材が多く使用されている。</p> <p>(株)カンディハウスでは地域材の活用例はなかったが、木材資源の有効活用として、全国の販売店で家具の下取りを行い、セカンドビンテージモデルとして販売している。また旭川家具の認知度向上のために、品質管理を徹底し、産地を上げて旭川家具ブランド化事業に取り組んでいる。(株)カンディハウスではジャパブランド事業で海外展開にも取組み、海外デザイナーとの商品開発を行い、ケルン国際家具見本市に出展して成果を上げている。</p> <p>■北海道の森林面積は全国の22%で、北海道の天然林の割合は約67%となっている。トドマツが53%、カラマツが31%を占めている。強度は杉よりも強い材である。林産試験場は旭川空港近くに位置し、試験研究、技術支援、普及活動等を行い、丸太加工用機械、乾燥装置、大型プレス機、燃焼実験室など試験・研究・分析を行</p>



▲(株)カンディハウス本社

	<p>うための設備が充実している。独自の機械開発も行っている。北海道産のタモ材を1年かけて集め、民間企業と共同で準不燃加工の開発を行い、国土交通省の大臣認定を取得し、旭川駅構内の内装材として使っている。木材の圧縮技術の歴史は古く、第一次世界大戦では北欧ではブナの圧縮が行われていた。日本でも戦前、ブナ材を圧縮して飛行機のプロペラや戦艦の甲坂として利用していた。北海道には杉は自生していないため、林産試験場では地域材としてトドマツやカラマツの圧縮技術の開発を行っている。全国的には平成22年度で年間約10万㎡の針葉樹圧縮木材が生産されている。杉の方が圧縮しやすく戻りにくいので、杉での圧縮技術がトドマツやカラマツにそのまま転用することができず、マツ材独自の技術開発を行っている。圧縮加工した木材は、実験住宅でフローリングを試験施工し、状態変化を観察している。圧縮木材の特徴として縦方向には安定しているが、横方向の変化については、木材本来の性質を保持しており、変動する。圧縮技術を利用して建築解体材の再利用を検討している。試験場のプレス機は加熱と冷却が同じ配管なのでプレス表面の温度が場所によって変化し、木材が反ってしまうので、プレス機の冷却回路は加熱用と別配線にする工夫が必要である。</p>
備 考	<p>■圧縮方法は全層圧縮と表層圧縮に分類される。圧縮面の強度は変わらないため、表層圧縮を採用した方が作業時間を短縮することができ、製造コストは下がると思われるが、施設整備に関する費用については同程度の機器が必要である。縦方向に圧縮することで接地面は固定化されるが、横方向へは従来の木材と同様に変化するので、安定化するまでの期間設定が課題になる。前回視察した飛騨産業、マイウッド・ツーは全層圧縮を行っている。圧縮加工できる企業は中国、四国、九州地方にはないため、福岡県に加工施設を設置するメリットはあると思われる。</p>



▲旭川駅構内



▲林産試験場プレス機

別紙資料④「試作品製作」

九州産業大学（ストリートファニチャープロジェクト）との連携	
<p>実施内容</p>	<p>九州産業大学工学部 住居・インテリア設計学科のインテリアデザイン研究会が、国産の杉材の有効活用という課題を取り入れた「ストリートファニチャー（環境家具）プロジェクト」を実施することになり、指導教員である飯田一博教授から国産杉材について振興センターへ相談があった。そのため振興センターが杉材を提供し、九州産業大学が資料収集、アイデアスケッチの作成、ブレインストーミング（課題抽出）を行い、コンセプトの作成、システムの構築を行った。この結果をもとに縮尺模型の制作、強度・構造・デザインの検討を行い、試作品を製作した。作品は第45回大川家具新春展にて展示した。</p> 
<p>試作品</p>	



ŌKAWA
INTERIOR CITY

一般財団法人 大川インテリア振興センター

〒831-0028 福岡県大川市大字郷原483-8

TEL 0944-87-0035 FAX 0944-87-0056