

もくぎせだより

宮城県木材利用技術センター

2007・冬 No.6

Contents 目次



建築指導

- ・ごあいさつ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2
- ・研究の成果
 - スギ材の蒸気加熱式乾燥に要する
燃料消費量・・・・・・・・・・ 3
 - スギ樹皮を用いた断熱材の開発・・・・・・・・ 4
 - 軽軟スギ（オビスギ）の特性を生かした
新しい接合法の開発・・・・ 5
- ・試験機器の紹介
 - 2ch小型FFT分析器（リオン株式会社SA-78）・・ 6
- ・木の常識
 - スギは強い？弱い？・・・・・・・・・・ 7
- ・トピックス
 - WCTE2006 そして WCTE2008 宮崎へ・・・・ 8
 - ミニシンポジウム・・・・・・・・・・ 8
 - イベント等への参加・・・・・・・・・・ 8



木製ガードレールの診断



ラミナ加工

ごあいさつ



木材利用技術センター所長
有馬 孝禮

宮崎県木材利用技術センターは2001年(平成13年)4月に開設され、6年を経過しようとしています。宮崎県は、平成3年から連続してスギ材生産量日本一を続けていますが、その背景には戦後、拡大造林を積極的に推進してきた先人たちの努力があります。同時にその木材資源を積極的に活用するための基盤である林道密度、高性能林業機械の導入整備と並んで、スギの利用につながる木材乾燥をはじめとする各種加工施設の整備など地道な努力に支えられています。それが近年の木材需要の量的、質的变化に連結した木材供給を可能にしてきたといえます。当センターは、地域に開かれた研究機関として、多くの方々との協力の下に先駆的に木造建築物、木材加工など地域に密着した研究、技術開発をやってきました。林業・木材産業は国際化の中で、厳しい経営状況にもかかわらず、その役割、位置付けは益々重要になってきています。とくに近年の地球温暖化防止のための森林・木材の貢献の大きさであり、地球上の他資源が枯渇していく厳しい資源インフレの中で木材資源は更新持続していく可能性を有していること、そして木材による豊かな生活、居住環境を作ろうという方向があるからです。それに対応するため化石資源への過剰な依存から脱却し、太陽エネルギーによる生物資源循環を主体とした社会の連携と仕組みや政策を考える時期にあります。とくに宮崎県の基幹産業は地理的条件や気候から林業、木材業、畜産業、農業そして都市部が共存し、他の地域、産業が容易に真似のできない資源循環、組み合わせの特性を持っています。そのためには地域の生活環境、産業構造との関連を広く考慮することがきわめて重要と思われます。



宮崎県家具工業会会長
橋詰 雅次

日本経済は、回復傾向にあるとマスメディアは報じておりますが、私ども家具業界を取り巻く経済環境は、地球温暖化防止を目的とするグリーン購入法や建築基準(改正)法等の施行により主木材等関連資材の値上がりが著しく、今なお、厳しい状況下であり、この状況を乗り切るべく業界はもちろん、会員企業も努力しているところでございます。

さて、宮崎県はスギ生産量が日本一であることから平成9年度、県林務部(現・環境森林部)からの開発委託を契機に、私どもはスギ材を使用した「学童机椅子開発事業」に取り組み、その後、新JIS規格施行に伴い、それに対応する製品を開発してきました。

学校用家具は強度試験を実施しなければなりません。貴センターが設置されるまでは旧工業試験場工芸支場に試験を委託。その後は貴センターにご協力して頂き、新JIS規格に相当する強度試験を行って来ました。ただ、新JIS規格強度試験項目に対応する機器が一部ないものもあり正式な試験結果が必要な場合は他県の公的機関に依頼しなければならない状況下もあります。その場合、時間的経費的にも不都合が生じることも予想されることから、地元で実施可能な体制が出来ないものかと希望するものであります。

又、硬度を重視する天板等に貴センターで研究されているスギ圧密材を検討する際、コスト面等課題も多く、貴センターをコアとしたスギの家具資材の供給ネットワーク体制の確立が出来ないものかと期待するところであります。

最後に、今後更なるご指導を賜りながら貴センターとの密なる連携で家具をはじめ木材関連業界が振興発展することを祈念いたします。

研究の成果 1

スギ材の蒸気加熱式乾燥に要する燃料消費量

1. はじめに

本県では、平成13年度から16年度にわたって114基の木材人工乾燥装置が導入され、本格的な乾燥材供給体制が構築されました。これらの乾燥装置を乾燥方法別に見ると、蒸気加熱式乾燥機が容量ベースで72%を占めています（山村・木材振興課）。木屑炊きボイラーを導入している企業もありますが、多くのボイラーは重油を燃料としています。そこで、宮崎県内の製材工場において、スギ構造材の高温乾燥に要する重油消費量を月別、工程別に詳細に検討しました。

2. 実験方法

スギ材の人工乾燥を行っているA社とB社の月別の乾燥材生産量と重油消費量を個別に聞き取り調査しました。燃料タンクに給油した量のため、厳密には月別の燃料消費量とは異なりますが、大まかな傾向は把握できるものと考えました。さらに、A社において、乾燥工程別の燃料消費量の推移を測定しました。すなわち、柱材（13×13×300cm）を乾燥前後に重量測定し、重量減少量としました。重油消費量は、乾燥装置に付属する重油流量計の値を記録することで求めました。

3. 結果と考察

乾燥材生産量と重油消費量の関係は、2社ともに、生産量と消費量の間には正の相関関係が認められます。生産量1m³当たりの平均重油消費量は、A社が57.3L/m³、B社が50.9L/m³です。両社の差異は、A社は、乾燥材生産のほぼ全量が柱材であるのに対し、B社は、中温乾燥を行う間柱材が半数含まれることによると推測されます。また、平均気温が10℃を下回る12月から2月までの間、消費量が増加する傾向が認められます。

スギ心持ち柱材の高温低湿乾燥法における、重量減少量と重油消費量の結果を表-1に示します。乾燥により除去された水分量である重量減少量1kg当たりの重油消費量は、0.21～0.26Lであり、季節による大きな変動は見られません。また、消費された重油の熱量に対する、除去された水分の気化熱の比は約4です。乾燥工程別の重油消費量の平均割合は、立ち上げ14.0%、蒸煮8.4%、120℃高温低湿工程38.9%、110℃以降の乾燥後期工程36.0%、冷却2.7%です。なお、製品1m³当たりの平均消費量は62.7Lです。

表-1 重量減少量と重油消費量

測定月	試験材（72本）		全体（648本）		重油		比率 (b/a)
	減少量	1本あたり	減少量	熱量(a)	消費量	熱量(b)	
	kg	kg	kg	MJ	リットル	MJ	
10	752	10.4	6,768	15,296	1,742	68,112	4.5
11	968	13.4	8,712	19,689	1,941	75,893	3.9
12	903	12.5	8,127	18,367	1,881	73,547	4.0
2	999	13.9	8,991	20,320	1,965	76,832	3.8
4	832	11.6	7,488	16,923	1,572	61,465	3.6
6	708	9.8	6,372	14,401	1,550	60,605	4.2
平均	860	11.9	7,743	17,499	1,775	69,409	4.0

注) 水1kgの気化熱は2.26MJ、重油1リットルの熱量は39.1MJとした

【謝辞】調査に協力いただいた関係組合、企業に厚くお礼申し上げます。また、本研究は文部科学省「都市エリア産学官連携促進事業」の一部として行ったものです。

(材料開発部)

研究の成果2

スギ樹皮を用いた断熱材の開発

1 はじめに

近年では、木材産業関連事業所における残廃材等の焼却処分が制限されていることから、端材や樹皮等の処理が難しくなってきました。スギ樹皮の一部は堆肥の原料やボイラー燃料などとして活用されているものの、ほとんどは廃棄処理に困る状況にあります。スギを始めとする国産材の需要拡大が推進される一方で、製材時に発生する樹皮の処分は避けることのできない重大な問題であると考えられます。そこで、本研究では、スギ樹皮の有効利用の一つとして、断熱材の開発を試みました。一般的に見られる低密度の木質ボードタイプのものですが、ここでは製造エネルギーを削減する目的から、樹皮を解繊せずにパーカーで切削されたものをそのまま乾燥して原料とすることを試みました。

2 製造方法

スギ樹皮は、ナイフリングパーカーで切削されたものをそのまま用いました。熱風乾燥機を用い含水率を2~3%に調整した後、イソシアネート樹脂接着剤を用いて接着成型しました。接着成型は、ホットプレスを用い熱圧温度160℃、時間10minで行いました。断熱材の厚さはディスタンスバーを用いて20mmに規制し、目標密度は0.10から0.30g/cm³程度としました。

3 性能

曲げ性能については、密度0.15g/cm³まではほとんど強度がなく、それ以上の密度では密度が高くなるに伴い増大する傾向にありました。しかしながら、実用的には未だ不十分な強度と思われますので、今後、低密度を保ったまま強度性能を高める工夫を行う必要があります。

断熱性を評価する指標の一つである熱伝導率は、密度が高くなるほど高くなる傾向にありました(図1)。密度0.2g/cm³で0.05W/mK程度の熱伝導率であり、他の木質系断熱材とほぼ同等の断熱性能を示しました。

4 壁モデル

スギ樹皮断熱材の実際の使用例を示す壁モデル(写真1)を作製するために、実大(厚さ50mm、幅500mm、長さ2,000mm)の断熱材の製造を行いました。製造方法は、熱特性測定用の試験体とほぼ同様としました。壁モデルは外張り断熱とし、柱や間柱からなる壁の外側に断熱材を配置し、その外側に透湿防水シートを貼り、同縁により通気層を設け、外壁を設けています。

5 今後の検討課題

樹皮の発生地である山林近くの地方での生産を考えると、大型ホットプレスの使用はその設備費等が大きな負担になるため、簡易な設備による簡便な製造方法を開発する必要があると考えられます。また、製造時のエネルギー削減を図るために、樹皮の自然乾燥や、木屑ボイラーの熱源利用を検討しなければなりません。さらには、コーンスターチなどの天然系接着剤の使用を検討する予定です。

(木材加工部)

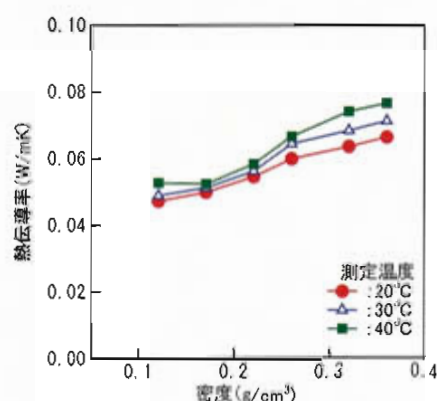


図1 スギ樹皮断熱材の密度と熱伝導率との関係



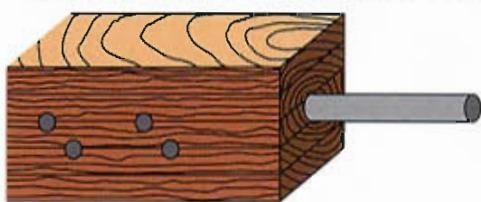
写真1 実大壁モデル

研究の成果3

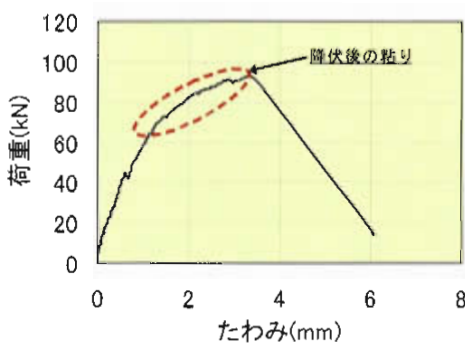
軽軟スギ（オビスギ）の特性を生かした新しい接合法の開発

【はじめに】

現在、木造建築物の継ぎ手部分の接合については、鋼板を添え板として、または木材に挿入してボルトやネジで留める方法が主流となっています。しかしこれらの方法は、ベイマツなど高比重材のための技術として開発されてきたものであるため、オビスギのような低比重材に使用す



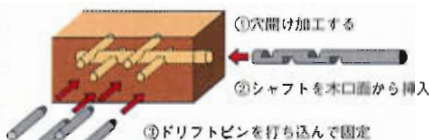
接合部



荷重-たわみ曲線

ると、接合具の本数を多くし

なければならず、それに伴い鋼板の面積が増え、重量・コストの増加につながるといった問題があります。そこで当センターでは、企業との共同研究により、軽くて軟らかいオビスギの材質特性に合うような新しい接合方法を開発することとしました。



接合のイメージ

【丸棒シャフトによる接合】

従来型との大きな違いは、鋼板を丸棒シャフトに代えている点です。丸棒シャフトとは、ドリフトピンを留めるための切り欠き溝を、軸心に対して千鳥掛けに配置したものです。まず最初に、スギ集成材にシャフトとドリフトピン用の穴を開けます。次に、木口面からシャフトを挿入します。最後に、穴と溝の位置を調整しながらドリフトピンを打ち込み、固定します。



引張り試験の状況

【引張り試験とその結果】

実大の引張り試験による荷重-たわみ曲線のグラフでは、降伏から破壊に至るまでの間に粘りが見られます。これは、粘りがなく、突然木材が破壊するものが一般的であった従来の引張り継ぎ手接合部には見られない特徴です。この結果から、丸棒シャフトを用いた接合法は、地震による突然の倒壊を起こしやすい木造建築物の耐震性向上に有効であることが分かりました。



実際の建物への使用例

今後は、シャフト及びドリフトピンの本数や径、配置間隔などに検討を加えながら、より合理的なオビスギ接合の開発につなげていきたいと思ひます。

(構法開発部)

【様々な効果】

- ・木材の断面欠損を極めて少なく留めることが出来る
- ・接合部の露出が少なく、美観及び耐火性に優れる
- ・金属の使用量が少なく、接合部を軽量化できる
- ・接着剤等の合成樹脂が不要なため、解体が容易
- ・ボルト部の埋め木が不要なため、脱落の心配がない
- ・施工時にプレストレスをかけることにより、ガタを少なくできる

試験機器の紹介

2ch小型FFT分析器（リオン株式会社 SA-78）

木材の打撃音を受信して周波数を分析し、固有振動数を算出する装置です。単2アルカリ電池4本で約15時間使用が可能ですので、電源のない現場でも使えます。写真のように、片手で保持することができますので、一人でも測定が可能になりました。分析結果は、その場でメモリーカードに記録し、持ち帰ることができます。

写真のように、製材の片側の木口で測定した波形が図1です。一次から三次までの共振点のピークがはっきりと読み取れます。

縦振動法による動的弾性係数（Ed）は、図2のように寸法と重量を測定して密度を算出し、次の振動方程式、

$$Ed = (2Lf)^2 \rho$$

（ここで、L：材長m、f：一次固有振動数Hz、 ρ ：密度kg/m³、Edの単位は、N/mm²）で計算することができます。



写真 機器と測定の一例

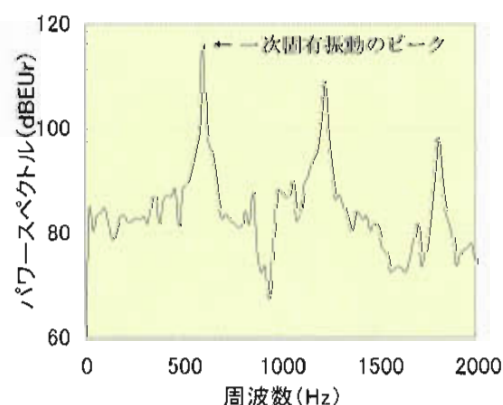


図1 写真で測定した縦振動波形

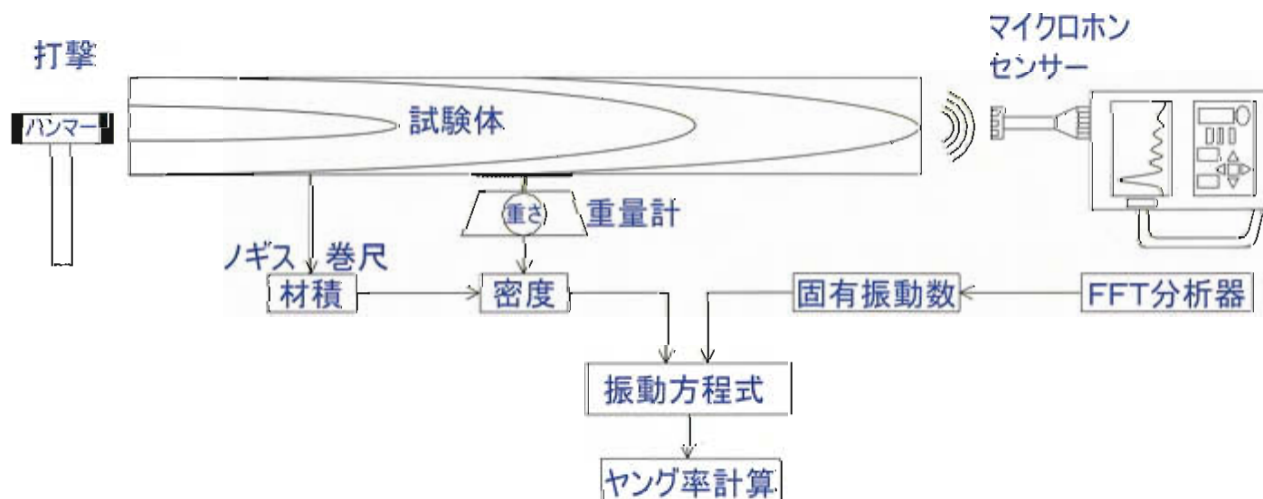


図2 動的弾性係数測定（縦振動法）の概要

木の常識

スギは強い？弱い？

住宅などの構造材としての用途を考えたとき、スギは、他の樹種よりも力学的性質、すなわち強度やヤング係数（変形しにくさ）が低いために、「限られた用途にしか使えない」、あるいは「あまり使用したくない」などの声を耳にすることがあります。しかしながら、一般的な住宅に要求される性能を考えれば、スギは十分な力学的性質を有する材料であり、場合によっては他樹種よりもむしろ優れた性能を発揮することもあります。ここでは、主としてベイマツとの比較例を挙げながら、その根拠の一部をご説明しましょう。

構造材としての木材の圧縮、引張、曲げ、せん断などの強度は、法的には建設省告示第1452号により、構造計算に用いる木材の基準強度として定められています。これらの値は、日本農林規格の目視等級区分や機械等級区分などによって数種類に分けられていますが、これらのうち無等級材の基準強度は、表1のように定められています。この表を見ると、ベイマツは、針葉樹の中では最も強いグループに属していますが、スギは最も弱いグループに属しています。これだけを見ると、「やっぱりスギは弱い」と言うことになってしまいます。

しかし、等級区分材になると様相は一変してきます。例えば、表2の目視等級区分（節や年輪幅等の欠点を目視により測定して等級区分するもの）を見ると、級別では1級、強度別ではせん断以外の項目で、いずれも『スギの強度＞ベイマツの強度』となっています。また、表3の機械等級区分（ヤング係数を測定して等級区分するもの）を見ると、せん断以外は全てのグレードで『スギの強度＞ベイマツの強度』となっています。「…まさか」と思われた方がいらっしゃるかもしれませんが、当センターでも、曲げと圧縮については実験的に確認し、同様の結果を得ております。すなわち、きちんと等級区分すれば、スギは『弱い』のではなく、むしろ『強い』のです。

このように、スギの力学的性能が誤解されてきた最大の原因は、スギの『ヤング係数が低い割には強度が高い』特性についてあまり知られていないことが考えられます。

最後に補足しておきたいのですが、構造材の性能を『強い』、『弱い』だけで判断し、材料選択を行なうことは必ずしも適切とは言えません。基準強度は、あくまで構造設計のためのベースとなる値であり、部材の断面寸法を決定するための値なので、『強い』、『弱い』よりも、『数値が明示されている』ことの方が重要なのです。

表1 無等級材（JASに定められていない木材）の基準強度比較

樹種	基準強度 (単位 N/mm ²)	Fc	Ft	Fb	Fs
針葉樹	アカマツ、クロマツ及びベイマツ	22.2	17.7	28.2	2.4
	カラマツ、ヒバ、ヒノキ及びベヒ	20.7	16.2	26.7	2.1
	ツガ及びベイツガ	19.2	14.7	25.2	2.1
	モミ、エゾマツ、トドマツ、ベニマツ、スギ、ベイスギ及びスプルース	17.7	13.5	22.2	1.8
	カシ	27.0	24.0	36.4	4.2
広葉樹	クリ、ナラ、ブナ、ケヤキ	21.0	18.0	29.4	3.0

※ 建設省告示第1452号より抜粋

※ Fc: 圧縮, Ft: 引張, Fb: 曲げ, Fs: せん断

※ 灰色>白

表2 目視等級区分による基準強度の比較 (ベイツガ対スギ)

樹種	区分	等級	基準強度 (単位 N/mm ²)			
			Fc	Ft	Fb	Fs
ベ イ マ ツ	甲種構造材	1級	27.0	20.4	34.2	2.4
		2級	18.0	13.8	22.8	
		3級	13.8	10.8	17.4	
	乙種構造材	1級	27.0	16.2	27.0	
		2級	18.0	10.8	18.0	
		3級	13.8	8.4	13.8	

樹種	区分	等級	基準強度 (単位 N/mm ²)			
			Fc	Ft	Fb	Fs
ス ギ	甲種構造材	1級	21.6	16.2	27.0	1.8
		2級	20.4	15.6	25.8	
		3級	18.0	13.8	22.2	
	乙種構造材	1級	21.6	13.2	21.6	
		2級	20.4	12.6	20.4	
		3級	18.0	10.8	18.0	

※ 建設省告示第1452号より抜粋

表3 機械等級区分による基準強度の比較 (ベイマツ、ベイツガ対スギ)

樹種	等級	基準強度 (単位 N/mm ²)			
		Fc	Ft	Fb	Fs
ベ イ マ ツ	E50	—	—	—	2.4
	E70	9.6	7.2	12.0	
	E90	16.8	12.6	21.0	
	E110	24.6	18.6	30.6	
	E130	31.8	24.0	39.6	
	E150	39.0	29.4	48.6	

樹種	等級	基準強度 (単位 N/mm ²)			
		Fc	Ft	Fb	Fs
ス ギ	E60	19.2	14.4	24.0	1.8
	E70	23.4	17.4	29.4	
	E90	28.2	21.0	34.8	
	E110	32.4	24.6	40.8	
	E130	37.2	27.6	46.2	
	E150	41.4	31.2	51.6	

※ 建設省告示第1452号より抜粋

トピックス

WCTE2006 そして WCTE2008 宮崎へ

「WCTE2006（第9回木質構造国際会議）」が平成18年8月6～10日の日程で、アメリカ合衆国オレゴン州ポートランド市内のホテルで行われました。参加者は500名を超えており、日本からも70名以上が参加していました。当センターからは、有馬所長、飯村構法開発部長、藤元木材加工部長、荒武木材加工部副部長の4名が出席しました。

この会議では、木材に関わりのある技術者、設計者、研究者、教育・指導者および製造業者などが世界中から集まり、木材及び木質構造に関わる技術の進歩、研究成果、設計方法の変革などについて、討論や情報交換が熱心に行われました。

なお、2008年6月には次回の大会、「WCTE2008」が宮崎で行われます。センター内に大会事務局が設置され、その準備を行っているところです。木材に関わる情報が世界中から集まるまたとない機会ですし、また、日本の技術・製品を世界へ発信するのにも絶好の機会だと思います。皆様の参加をお待ちしています。詳しくは、ホームページ（<http://www.wcte2008.com>）をご覧ください。



ミニシンポジウム

当センターが、ソウル大学と共同で取り組んでいる「日・韓新軸組木造」の研究成果を発表し、県内の関係者に広くお知らせすることを目的に、9月26日に開催され、木材産業・建築業の方々を中心に、約70名の参加がありました。早稲田大学教授で建築家の古谷誠章氏が、作品紹介と建築家の立場から見た木造技術について、韓国の家瓦総合建築士事務所所長の崔三永氏が、韓国の伝統木造と作品紹介、ソウル大学校農生命科学大学学長の李鎭済教授が、韓国の木造の現状と新しい韓国型木造の可能性について同大学の白惠瑋研究員が、県産スギ集成材で計画しているヘイリ芸術村木造展示館について発表されました。

イベント等への参加

10月7日（土）～9日（月）にかけて宮崎市JAアズムイベント広場で宮崎県木材需要拡大協議会推進会議主催で開催されたウッドフェスティバル2006に参加して、パネル、製品、パンフレット等を通じて県民にセンター及び研究成果の紹介を行いました。また、11月11日（土）、12日（日）には福岡市ヤードームでのナイスフェア、三股町のふるさと祭りでも同様に研究成果等の紹介を行いました。

宮崎県木材利用技術センター（宮崎県木技セ）

- Miyazaki Wood Utilization Research Center -

〒885-0037 宮崎県都城市花繰町 21-2

Tel:0986-46-6041 Fax:0986-46-6047

URL <http://www.pref.miyazaki.lg.jp/contents/org/kankyo/mokuzai/wurc>

『木材 Q&A』木材に関する相談コーナーがあります。

E-mail:mokuzai-center@pref.miyazaki.lg.jp

題字は初代所長 大熊幹章氏

