

ISSN 1343-912X

*Wood Science in Kyushu*

# 木科学情報

20卷2号 2013



日本木材学会九州支部

## 目 次

---

### 執行部便り

「支部意見」の反映を .....近藤 哲男 19

第 20 回日本木材学会九州支部大会（福岡）のご案内 .....近藤 哲男 20

### 総説・主張

新しい木材加工技術を活かしたものづくり実践 .....楊 萍 21

### ミニレビュー

高齢級スギ大径材の材質を考慮した丸太の仕分けと製材木取り .....松村ゆかり 25

### トピックス

愛媛大学紙産業特別コース活動状況報告 .....内村 浩美, 深堀 秀史 29

第 63 回日本木材学会大会参加レポート .....長谷川益己 33

編集後記 ..... 35

---

### ●「レビュー」原稿募集！●

木科学情報では、会員の皆様からの投稿原稿を募集しています。

投稿された原稿の中から、とくに優秀なものについては黎明賞（論文）の対象といたします。

奮ってご応募ください。

## 執行部便り

### 「支部意見」の反映を

近藤 哲男



本年度から、日本木材学会九州支部の支部長を仰せつかりました九州大学大学院農学研究院の近藤哲男です。まず、法人化への対応など大変なご尽力をされました宮崎大学の目黒前支部長および前執行部の方々に対しまして厚く御礼を申し上げますとともに、僭越ですが本当にお疲れ様でしたと労いの言葉を述べさせていただきたいと思います。

新執行部となって、前執行部の運営からとりたてて新たなものに変えていこうというものではありません。新支部長としてはまず、これまでの実績を活かして九州支部をさらに発展させていきたいということです。特に、九州支部の声を本部に反映させること、支部会員に対するサービスの向上による賛助会員および会員の確保については、当面の課題として対応したいと思います。

個人的なことになりますが、私が九州大学に赴任してちょうど十年が経ちました。その時を思い浮かべてみますと、赴任直前まで本部の執行部で会計担当常任委員（現在は常任理事）を仰せつかっておりました。その時が初めて九州支部で発行している「木科学情報」という名を耳にしました。しかし、全く実態は知らずじまいでした。ただし、当時の東大の飯塚学会長が九州支部は支部として精力的に活動してくれていると執行部会でおっしゃったことは鮮明に覚えております。その後、すぐに九州支部に所属になり、同時に何と「木科学情報」編集担当となってよくよく知ることになりました。また、同時に支部大会実行委員会にも事情の分からないまま関与しました。その時にはっきりと飯塚学会長のおっしゃった九州支部の活気を意識できました。

その時から十年たち、現状では理事、評議員等の本部との橋渡し役が少なくなり、支部の声を本部に

伝える機会が減ってきています。私は、支部長としてのみならず、一支部会員としても、この活気ある九州支部の声が全国に伝わらないことは寂しく、また木材学会のためにも損失だと思えます。ぜひとも、この2年間に何とか改善したいものと思っております。同時に、支部会員に対して支部が供給できるサービスとはどこまでなのかについて、執行部で継続して考えていきたいと思っております。

前執行部では、副支部長を仰せつかっておりました。その就任の際にも木科学情報に「支部の有難味」を感じて」と題して、ご挨拶を寄稿させていただきました。支部大会はコンパクトな集まりであるがゆえに、木材学会の様々な分野、すなわち、樹木組織から成分の化学、生分解、ならびに乾燥や木構造利用、エネルギー化へと学術的にも利用面においても木材のもつ多様性を感じることができ、年次大会本大会と支部大会が棲み分けされているものと、副支部長となって初めて意識できるようになったとお伝えしました。同時に、さまざまなご専門の支部会員の方々との交流もこれからは一層活発にできるようになれば、このことこそ、まさに「支部の有難味」と述べました。現在でも、もちろんその考えは変わっておりません。その上に、それぞれの役割を果たす持ち寄り易い「研究交流の場（プラットフォーム）」としての役割を支部がうまく受け持つことできたら、皆様に支部の有難味をさらに感じていただけるのではなかろうかと思う次第です。支部の発展のため、ご遠慮なく執行部にご意見を頂ければ幸いです。どうかよろしく願いいたします。

（こんどう てつお：九州大学大学院農学研究院）

## 執行部便り

# 第 20 回日本木材学会九州支部大会 (福岡) のご案内

近藤 哲男



本年度から、日本木材学会九州支部長を仰せつかり、ご挨拶を述べたばかりですが、同時に本年第 20 回日本木材学会九州支部大会福岡大会の大会委員長も仰せつかりました。

そこで先日、今回の福岡大会の実行委員会を開催し、大会準備にかかりました。前回第 19 回宮崎大会の藤元大会委員長のこの時期の準備と比較されると、遅延が否めません。私ども実行委員会委員も、何とか宮崎大会にならって、「福岡ならでは」という趣向がないか検討しましたが、如何せんなかなか福岡の木材学会関連の特徴が見当たらないままでおりました。

折しも、九州大学が現在、福岡市西区の伊都キャンパスに移転最中でもあります。実は、創立当時から 100 歳に至る多くの木材家具が掘り出され、廃棄の憂き目を見ておりました。それを本学農学研究・教授および演習林長の吉田茂二郎先生が憂いて、家具の再生運動を提案されました。当初は、部局の先生方も正直に言ってそれほど関心が高いとは言えない有様でしたが根気よく提案され、同時に、古い家具を福岡県大川市の家具職人の方たちに再生していただき、信じられないほどの名品家具に生まれ変わって大学に戻ってきました。現在、農学部にもその一部が展示され、見学者の目を奪うとともに、教員の方も自分たちの研究室の隅に追いやられた古い家具を素晴らしい名品家具に再生したいという気持ちに変わってきました。

私ども大会実行委員会の面々も、この経緯は目を見張るものであり、吉田先生の取り組みを多くの方々に広くお示しいただきたいと考えた次第です。また、福岡県には九州国立博物館があり、その研

究員の方にも、文化財保存に関するお話をいただけないかと交渉中です。そこで、講演会の題目がボトムアップ的に「古い木をよみがえらせる！」(仮題)となったわけです。私ども実行委員会は、吉田先生はじめ、趣旨にご賛同いただける講師の先生がたから、「木のアメニティー」を感じさせていただけるものと期待しています。

なお、木材学会九州支部大会の概要は以下の通りになっておりますので、会員の皆様のご参加をお待ちしています。よろしく願いいたします。

### 第 20 回日本木材学会九州支部大会 (概要)

日時：平成 25 年 9 月 2 日 (月) ~ 3 日 (火)

場所：九州大学 箱崎キャンパス 国際ホール  
(福岡市東区箱崎 6 丁目 10 番 1 号)

研究発表会：口頭発表 (フェーズ 1, フェーズ 2)

および展示発表

講演会：「古い木をよみがえらせる！」(仮題)

講演 1. 九州大学での古木材家具をよみがえらせる  
取り組み (仮題)

九州大学大学院農学研究院・教授および  
九州大学博物館長

吉田茂二郎氏

講演 2. 「文化財保存」への取り組み (仮題)

九州国立博物館研究員

講演 3. 未定

(こんどう てつお：九州大学大学院農学研究院)

## 総説・主張

### 新しい木材加工技術を活かしたものづくり実践 —木材の自己接着と形状記憶特性を取り入れた座椅子の考案と試作—



楊 萍

#### 1. はじめに

木製の家具や道具、或いは木造住宅などでは、部材間の接合が欠かせない。近年、木材或いは木質部材同士では、釘や木ねじなどの金具による接合、あるいは接着接合が主流となっている。しかし、金具を有する木製品における材料のリサイクルによる再利用のため、ひいては廃棄の場合でも、資源利用と環境保全を配慮しなければならない。すなわち、異種材料の分別対応に関わるコストの削減、またVOCの発生源となる接着剤の健康への影響など、課題解決の対策が求められている。このような背景のもと、金物と接着剤が完全にフリーで健康・環境・性能に優れた画期的な木材の自己接着新技術が開発された(図1)。木ダボによる自己接着の概略を図2に示し、回転圧入する木ダボと母材との間に生じる摩擦熱をコントロールすることにより、木質成分が高温下の熱分解で一旦熔融して接触

界面に介在した後、しばらく放冷して凝固すれば、被着木材同士の融着ができる仕組みである。

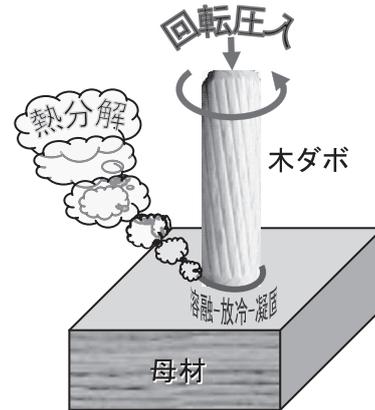


図2 木ダボによる自己接着仕組みの概略図

一方、木材のもつ形状記憶特性<sup>1)</sup>とは、水熱軟化した木材に与えた横圧縮変形を乾燥によって一時固定した後、再び水熱作用下に置かれればほぼ原形まで回復できる(図3)。したがって、このユニークな

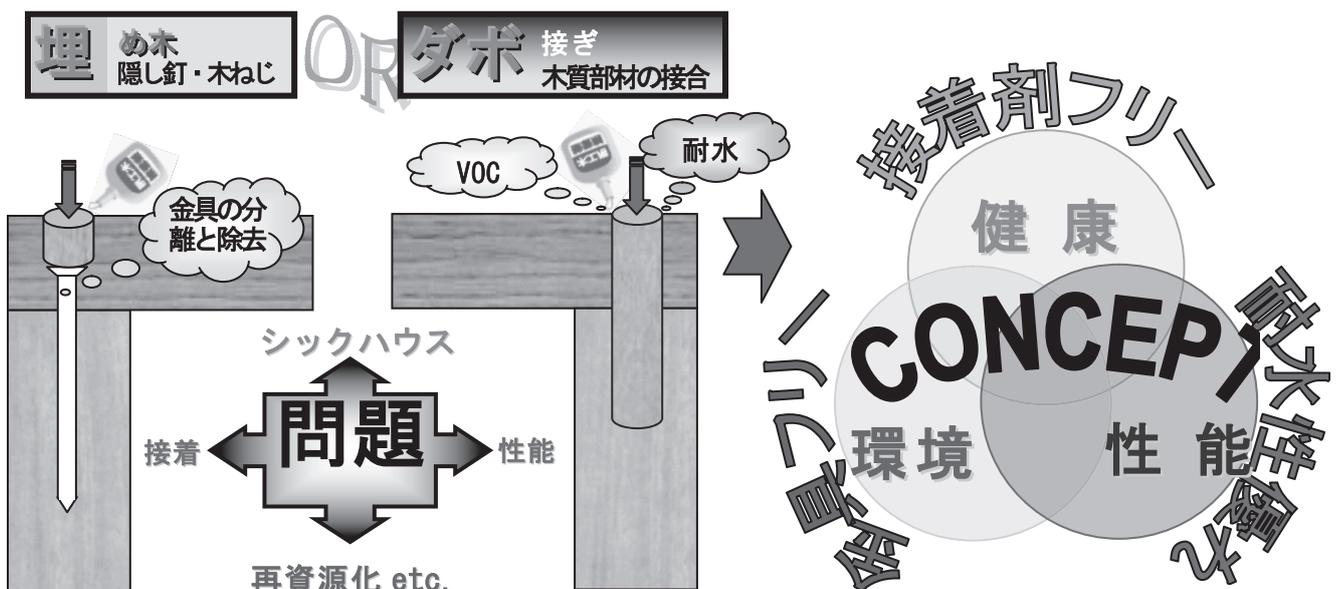


図1 木ダボによる接合における課題と自己接着新技術のコンセプト

木材の形状記憶特性を活かしたものづくりは創意工夫の富んだ製作がもたらされ、これまでの木材切削に頼る成形加工から一転した資源の有効利用技術としても大きな魅力を秘めている。

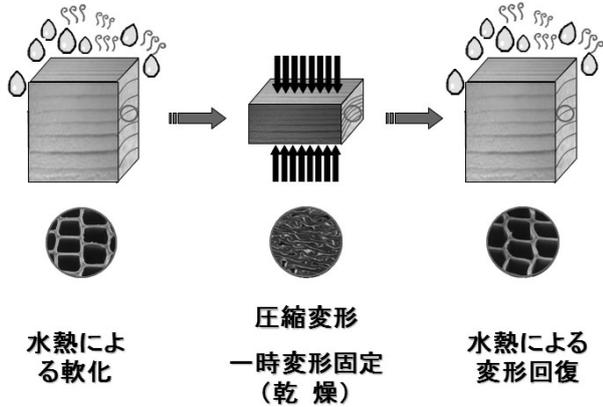


図3 木材の形状記憶特性

本研究では、以上に述べた木材の自己接着技術と形状記憶特性を取り入れた製作品を考案設計し、新たな機能性と利便性を付与した座椅子を試作した(図4)。これらの新しい木材加工技術を活かしたものづくり実践は材料と加工に関する知識の理解と定着に役に立ち、環境負荷を配慮する創作活動を通して技術科教員の資質向上を図ることが期待できる。



図4 新しい木材加工技術を活かした座椅子

## 2. 座椅子の考案設計と試作

### 2.1 木材の形状記憶特性を活かした座椅子の機能

まず、座椅子の製作にあたり、木材の形状記憶特性を活かして首もたれの回転機能と肘置きオプション機能を付与する目標を定めた。具体的には、利用者がリラックスできるように、木材の形状記憶特性を活かして、回転可能な首もたれと収納可能な肘置きを備えることにした。つまり、首もたれ部材(図5)の両端は一旦加圧しながら乾燥し、変形を一次固定させてから両側の枠材の支持孔を通して原形回復させたため、首もたれは左右にずれ落ちず、スムーズに回転でき、首を任意の角度でフィットしてつろげるように設計製作してある。加えて、肘置きは利用者の意思によって自由に選択できるように、椅子の支柱部に施したほぞ穴が深さ方向に半方半円状に呈し、それに合わせて肘置きの支持部材(図6)にも長さ方向に半方半円状のほぞ加工を施した上、反対側の端部を一旦圧縮変形・乾燥による一次固定させてほぞ穴を通した後に原形回復させた。従って、半方半円のほぞ組を円形部で合わせた場合のみお互いに回転できるが、方形部で嵌め込めるならばお互いの回転が拘束されるため、特定の直交2方向において肘置きの定位変換が実現される。

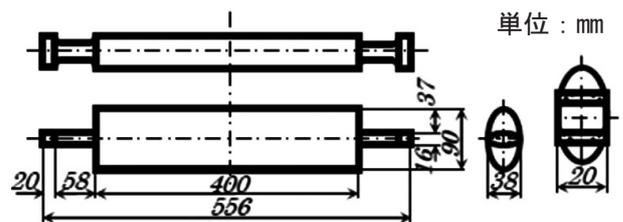


図5 首もたれ部材の形状と寸法

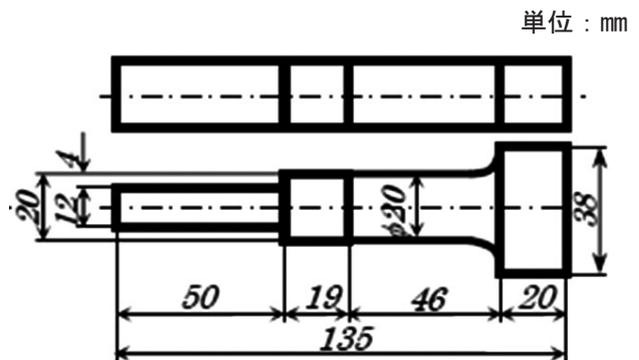


図6 肘置き支持部材の形状と寸法

なお、圧縮加工には断面が 2in x 4in (39mm x 78mm) のスギ材 (*Cryptomeria japonica*) を用いた。

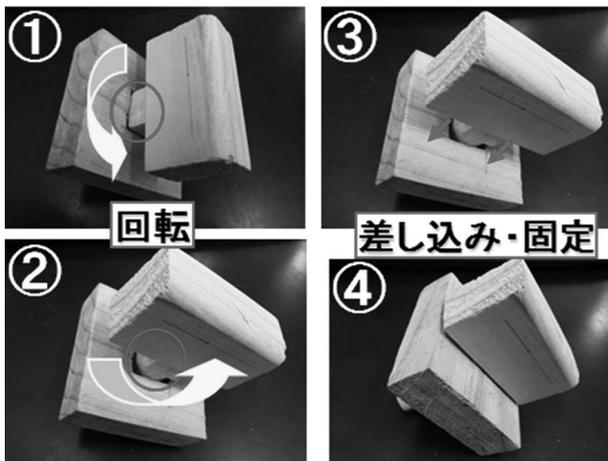


図7 肘置き接合モデル (直交2方向定位変換可能)

図7には、利用者の選択肢に応じて肘置きの利用と収納が可能な機能を図示する。

## 2.2 木ダボによる座板と枠材の自己接着



図8 自己接着試験体の木ダボの引抜き試験

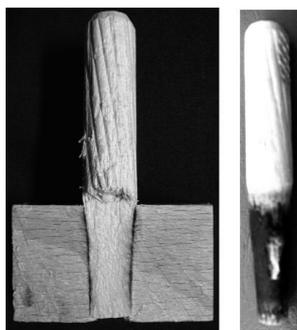


図9 試験前の木ダボによる自己接着試験体の縦断面と試験後引抜いた木ダボの様子

これまで、スギ母材に関する木ダボによる自己接着性能について、図8に示す木ダボの引抜き試験に基づき、評価を行ってきた。

試験で得られた知見としては、自己接着された木ダボが円錐台形状 (図9左) に呈することが明らかであった。特に、引抜き試験後の褐色化した木ダボ表面 (溶融層) には母材の繊維束の付着が観察された (図9右)。よって、接着試験体における母材の木部剥離破壊が認められ、木ダボによる自己接着の強度が被着木材の凝集力を上回る可能性が示唆された。

一方、木質構造設計規準で示される下記の計算式 (1) と (2) を用い、自己接着後円錐台形状となる木ダボの平均直径  $d$  と同等の釘径と木ねじの呼び径を有する釘と木ねじの許容引抜き耐力を算出し、自己接着による木ダボの引抜き耐力と比較した。

$$\text{釘の引抜き許容耐力}^{2)} = 150 \rho^{2.5} dl \dots (1)$$

$$\text{木ねじの引抜き許容耐力}^{3)} = 130 \rho^{1.5} dl \dots (2)$$

なお、式中の  $\rho$  はスギの気乾比重、 $d$  は釘径或いは木ねじの呼び径 (cm)、 $l$  は打込み深さ (cm) を表す。

得られた結果では、スギ木端面から圧入した自己接着による木ダボの引抜き耐力は、標準偏差を加味しても釘の引抜き許容耐力の計算値より高く、木ねじと競合できるレベルまで達していたことが明らかとなった<sup>4)</sup>。

したがって、上記の研究成果を応用するものづくり実践として、座椅子の座板と枠材の接合に、釘、木ねじ、接着剤を一切使わず木ダボによる自己接着の新技术のみを活用した。

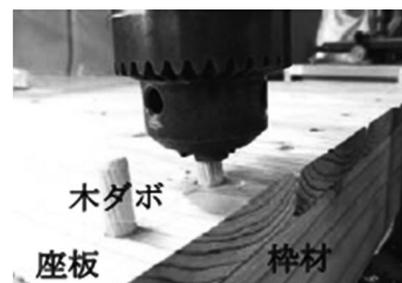


図10 木ダボによる座板と枠材を自己接着する様子

図 10 に示すように、ボール盤の主軸に装着した木ダボを座板の裏側から回転圧入し、自己接着によって座板と枠材を接合した。1 枚の座板につき片側に 2 本ずつ両側で計 4 本の木ダボを用いた。座板は厚さ 19mm 幅 38mm のスギ材であり、枠材は断面 2in x 4in (39mm x 78mm) の SPF ディメンション材を用いた。また、木ダボはブナ製の直径 8mm 長さ 60mm の市販品であり、表面にはらせん状圧縮溝が施してある。

一方、木ダボによる自己接着の条件については、予備実験の結果に基づき下記のように定めた。座板には直径 8.5mm、深さ 9mm の座ぐり穴、また、座板と枠材にはそれぞれ 6.0mm と 5.5mm の通直円形の下穴を施した (図 11)。回転速度 700rpm のボール盤の主軸に装着した木ダボを座板と枠材の下穴に 14 秒で回転圧入した。

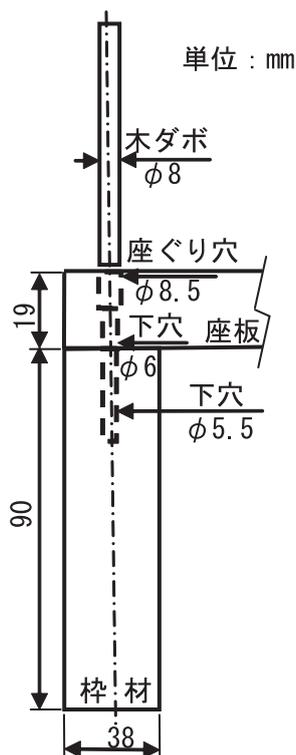


図 11 木ダボによる自己接着する座板と枠材の準備

たものづくり実践として、機能性と利便性を付与する座椅子の考案・設計・試作を行った。技術科教員養成において、このような新技術を取り入れた創作活動は、木材に関する知識の定着と応用に加えて、確実な加工技能の習得により、教員の資質向上が図られる。

加えて、教材開発による授業の工夫が益々求められている教育現場では、ものづくりにおける創意工夫のヒントとなる教材が不可欠である。本研究で自己接着技術と形状記憶特性を盛り込んで試作した座椅子は、材料と加工技術の授業用実例として活用情報が満載であり、また、身近な家具として体感可能な魅力と説得力に富む。今後、このような木材の新しい加工技術によるものづくり教材を学校現場で提示し活用すれば、技術教育分野材料と加工領域の体験学習への寄与、また生徒の興味・関心の喚起と主体的なものづくり創作活動を促す効果が期待される。

### 引用文献

- 1) 楊萍, 坂本大輔 (2009), 木育を視野に入れた技術科教材の開発—木材の形状記憶特性を活かしたものづくり—, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 17, 61-68.
- 2) 日本建築学会: 木質構造設計規準・同解説, 共立出版, 239 (1999)
- 3) 日本建築学会: 木質構造設計規準・同解説, 共立出版, 249 (1999)
- 4) 楊萍・梅田翔太 (2012), 木ダボによる自己接着と釘接合の比較を取り入れた中学校技術・家庭技術分野における授業の設計と実践, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 20, 175-182.

(やん ぴん: 熊本大学教育学部)

### 3. おわりに

本研究では、環境・健康を配慮した金物と接着剤フリーで安全安心、そして高性能な木材自己接着新技術、並びにユニークな木材形状記憶特性を活かし

## ミニレビュー

高齡級スギ大径材の材質を考慮した  
丸太の仕分けと製材木取り

松村 ゆかり



## 1. はじめに

日本の人工林面積における10歳級(46～50年生)以上の高齡級林の割合が年々増加している(図1)。森林資源を持続的に利用していくためには、人工林の齡級構成の均衡を図ることが重要であり、成熟した人工林材の有効利用を進め、将来の森林を形成するための再造林を促進しなくてはならない。

スギは、2007年現在で国内の人工林面積の43%を占めており<sup>1)</sup>、スギ原木丸太の80%以上が製材用である<sup>2)</sup>など、建築用材生産のための主要な樹種である。高齡級林の増加にともなって末口径30cm以上のスギ大径材の供給が増えることが予想され、これらを効率的に加工し利用していく必要がある。スギの材質に関してはこれまでに多くの研究蓄積があるが、戦後に植林された人工林から供給されるスギ大径材の木材性質と製材品品質との関係について検討した研究はほとんどない。

丸太の断面形状や曲がりやを自動で測定し、歩止りが最大になるような木取りを選択して効率的に製材できるノーマン製材機の開発により、中小径材の製材コストは大幅に削減され<sup>3)</sup>、曲がり材から高歩止

りで目切れのない集成材ラミナを生産できる曲がり挽きツイン帯鋸盤や、大割の段階で背板部分をチップに加工するチップパーキャンタ付帯鋸盤の開発等により、大型製材工場における製材の効率化が進んでいる<sup>4)</sup>。これらは、径級のそろった中小径材から枠挽き木取りにより少品種の製材品を大量生産することで生産性を向上させることを目指しているため、大径材を同様の製材方式で効率的に製材することは難しい。しかし、視点を変えれば、中小径材では枠挽きのたいこ材部分から取る製材品の種類を変更するくらいしか木取りの工夫の余地がないが、大径材では心去りの正角や平角を取ることもできる等、木取りのバリエーションは増える。樹幹内の木材性質の変動を考慮した木取りで製材することにより、1本の丸太から生産される製材品の総合的な価値を高めることにつながると考えられる。

スギの木材性質のバラツキの大きさや、さまざまな材質指標の強度性能への影響等については明らかになっているものの、現状の製材生産においてその情報が十分に活かされているとは言えず、丸太の品質によっては製材・乾燥後の品質基準を満たさない製材品が多く発生する場合もある。大径材の樹幹内の木材性質の変動を活かして用途に応じた要求品質を満たす製材品を生産するためには、丸太を仕分けするための材質指標として何が適しているかを明確にし、どの木材性質がどれくらい製材品品質に影響を与えるのかを把握する必要がある。

このような背景から、今後供給が増加するスギ大径材から最終用途に要求される品質を満たす製材品を効率的に生産するため、丸太の有効な選別指標や最適な木取り法を確立することを目的として、スギ大径材における木材性質の樹幹内変動と製材品品質

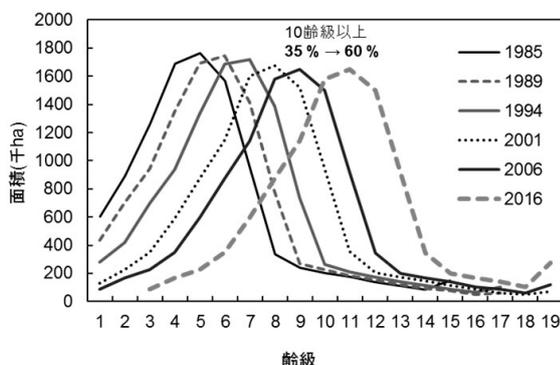


図1 人工林の齡級別面積の推移

(2016年は予測値, 「林野庁業務資料」より作成)

との関係や、製材歩止りについて検討した。

## 2. 研究方法

### 2.1 供試材

末口径 32 ~ 42 cm, 材長 3.65 m または 4 m の茨城県産および栃木県産のスギ大径材 60 本を供試材とした。製材用材として原木市場で販売されていたものであり、北関東地域において製材用原木として入手できるスギ大径材の一般的な品質の丸太であると考えられる。丸太の元口および末口からそれぞれ木材性質測定用の円板を採取し、残りの材長 3 m の部分を製材試験用丸太とした。製材用丸太は、剥皮後に諸元調査を行い、末・元口の短径・長径、材長、年輪数、心材率、曲がり、細り、偏心を測定した。丸太の重量と材長、末口、中央部、元口の周囲長を測定して円錐台として密度  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) を求め、縦振動法により丸太の一次固有振動数  $f_r$  (Hz) を測定し、式 (1) により丸太の動的ヤング係数  $E_{fr}$  (GPa) を算出した。

$$E_{fr} = 4 \times L^2 \times f_r^2 \times \rho \times 10^{-9} \quad (1)$$

### 2.2 木材性質の測定

丸太の元口および末口から厚さ約 40 mm の円板を採取し、髓を含む幅約 30 mm のストリップを年輪に沿って 20 mm ごとに分割して試験片を作成した。試験片の容積密度と生材含水率を測定し、丸太内の放射方向の変動を調べるとともに、髓からの距離によって面積加重平均し、心・辺材および円板全体の平均容積密度および平均含水率を算出した。また、元口の円板から得られた試験片により晩材部の仮道管二次壁中層のマイクロフィブリル傾角 (MFA) を測定した。MFA の前年輪からの変化量が 2.5 度以下になった位置を一定になった年輪と定義し<sup>5)</sup>、MFA が一定になった年輪番号および髓からの距離を求めた。

### 2.3 製材試験

森林総合研究所内製材実験棟に設置された 1,200 mm 自動送材車付帯鋸盤および 1,100 mm 自動ローラ帯鋸盤を用いて製材試験を行った。丸太の末口径、

曲がり、髓の位置等に応じて、13.0 cm × 13.0 cm (仕上げ寸法 12.0 cm × 12.0 cm) の心去り正角を 2 本、3 本、4 本取る木取りをそれぞれ木取り II, III, IV とし (図 2)、丸太の外周部からは挽割や板類を取った。製材後、心去り正角を蒸気式乾燥により人工乾燥した (乾燥温度 70 ~ 80 °C, 相対湿度 48 ~ 78 %, 15 日間)。

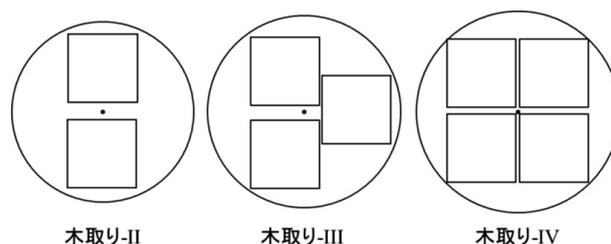


図 2 製材木取り

### 2.4 製材品質の測定と歩止りの算出

製材直後および人工乾燥後に、心去り正角の厚さ、幅、材長および重量を測定して密度を求め、縦振動法により製材品の動的ヤング係数  $E_{fr}$  (GPa) を測定した。水系と定規を用いて、丸太の曲がりと並行方向および垂直方向の曲がり測定し、大きい方の値をその製材品の曲がりとした。製材の日本農林規格 (JAS) に準じて製材品の等級格付けをするとともに、式 (2) により形量歩止り  $Y_{vol}$  (%) を算出した。

$$Y_{vol} = \frac{\sum V_i}{V_0} \times 100 \quad (2)$$

$V_i$  (m<sup>3</sup>): 各製材品の材積

$V_0$  (m<sup>3</sup>): 末口二乗法により算出した丸太の材積

## 3. 結果と考察

### 3.1 供試材の諸元

製材試験に用いた 48 本の丸太の末口平均径は 35.2 cm で、一般に市場で用いられている 2 cm 刻みの丸太径級区分では、木取り II の供試材は 32 ~ 34 cm, 木取り III は 32 ~ 38 cm, 木取り IV は 36 ~ 40 cm であった。丸太の末口径に応じて木取りを設定したため、各木取りの供試木の末口径平均値には当然差があるが、年輪数、曲がり、細りについては差がなく、丸太の形質には差がなかったと言える。木取り

Ⅱの心材率は木取りⅣよりも大きく、供試材全体の曲がり率の平均は3.7%で、中径材の測定例<sup>6)</sup>よりも小さかった。径が大きくなると心材率が増加し、曲がり率が小さくなる傾向があると考えられる。

### 3.2 木材性質の変動

容積密度は髄から外側に向かって減少しており、既往の報告<sup>7), 8)</sup>と同様の傾向を示した。丸太の樹幹放射方向における容積密度の変動係数は、10 cmより外側では内側より小さかった ( $P < 0.05$ )。すなわち、丸太の径が大きくなると、密度が安定した部分の割合が増加し、外周部から密度の変動の少ない製材品を取りやすくなる。

スギの心材の生材含水率は個体によって大きく異なり<sup>9)</sup>、スギの樹幹内の含水率放射方向変動にはいろいろなパターンがあることが報告されている<sup>10)</sup>。本研究の供試材についても、心材全体で低く変動の少ないタイプ(A)、髄付近で高く心材の外側に向かって減少するタイプ(B)、および心材全体で不規則に高いタイプ(C)の3パターンに分類できた<sup>11)</sup>。

MFAはスギの一般的な傾向と同様に、髄から樹皮に向かって減少し、一定値に達していた。丸太内のMFAの最大値は平均32.6度、丸太内の平均MFAは平均19.3度であった。MFAが一定値に達する年輪番号は最小8、最大25、平均12.7であり、髄からの距離6.0～8.0 cmで一定値に達する丸太が多かった。

### 3.3 木材性質と製材品品質との関係

心材の生材含水率と製材直後の心去り正角の含水率との間には、有意な相関関係が認められた ( $P < 0.01$ )。心材含水率は辺材に比べて個体間の変動が大きいため、心去り正角の含水率は辺材も含めた丸太全体の含水率よりも心材含水率の変動の影響を大きく受けたと推測された。丸太の心材含水率と人工乾燥後の心去り正角の含水率との関係を図3に示す。タイプAおよびBの丸太の平均心材含水率は概ね120%以下であり、それらの丸太から製材した心去り正角は人工乾燥後の含水率のバラツキが小さくなることが明らかとなった。このことから、心材含水率

によって丸太を仕分けすることにより、人工乾燥における不良品の発生率を減少させることができる。

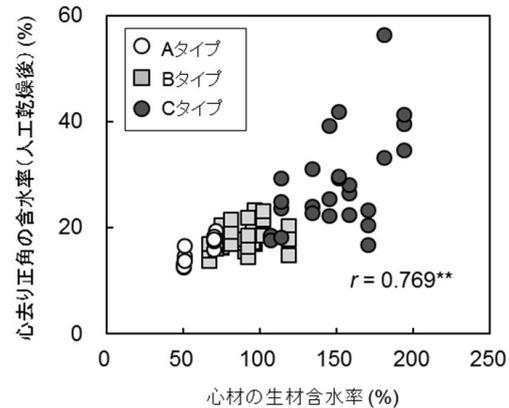


図3 心材の生材含水率と心去り正角の乾燥後含水率

丸太の  $E_{fr}$  と心去り正角の  $E_{fr}$  との間には有意な相関関係があり、丸太のヤング係数による仕分けが有効であることが確認できた。

MFAと  $E_{fr}$  には密接な関係があり<sup>12), 13), 14)</sup>、本研究においても、丸太の平均MFAおよびMFAの一定値と心去り正角の製材直後および乾燥後の  $E_{fr}$  の間にはそれぞれ有意な負の相関関係が認められた ( $P < 0.05$ )。製材品の横断面における未成熟材の割合が増加すると、さまざまな力学性能が減少するという報告がある<sup>15)</sup>。大径材では、髄付近のMFAの大きい部分を避けるような木取りで製材することにより、製材品に含まれる未成熟材の割合を減少させることができ、より  $E_{fr}$  の高い製材品を生産できる可能性がある。

製材直後の曲がりとMFAの一定値の間には有意な負の相関関係が認められた ( $P < 0.05$ )。また、人工乾燥後の曲がりと製材後の曲がりの間には有意な差があり ( $P < 0.01$ )、乾燥後に曲がりが増加していた。乾燥後の曲がりとMFAが一定値に達した年輪番号および髄からの距離の間に有意な負の相関が認められた ( $P < 0.05$ ) ことから、MFAが一定値に達するまでの範囲の大きさが材内での軸方向収縮率の変動に影響を与え、乾燥後の心去り正角の曲がりの発生に関係していると推測された。

### 3.4 製材歩止り

一般に、寸法の大きい製材品を多くとった方が鋸断回数が少なくなるため挽き道による歩止り低下が少ないことから形量歩止りが高くなる傾向があり、スギ大径材においても、平角のように寸法が大きいものを主製品とする木取りで歩止りが高くなる<sup>16)</sup>。心去り正角を主製品とした本研究の木取りⅡ、Ⅲ、Ⅳの仕上げ寸法における形量歩止りはそれぞれ58.1%、61.1%、62.4%で、木取りⅡは木取りⅢ、Ⅳに比べて低くなった ( $P < 0.01$ )。歩増し量(乾燥による収縮と曲がりおよび寸法仕上時の削りしろを想定して設定)の丸太材積に対する割合の平均は、木取りⅡ、Ⅲ、Ⅳでそれぞれ10.7%、8.8%、9.1%であり、木取りⅡは、木取りⅢ、Ⅳに比べて大きかった ( $P < 0.05$ )。このことが、木取りⅡの仕上げ寸法における形量歩止りが他の木取りに比べて低くなった要因の一つと考えられる。木取りⅡでは、正角の乾燥による寸法変化や曲がりの大きさの方向による違いが明確なことから、歩増し量を調整することにより形量歩止りを向上させることが可能である。径が大きくなると、正角以外に取る製材品の種類によって形量歩止りは変動する。周辺部分で寸法の小さい挽割類や板類を多く取る場合には、挽き道の割合が増加して形量歩止りが低くなるが、丸太の外周部では密度やMFAが安定していることを考慮して木取りを工夫することにより、製材品の品質向上につながると考える。

#### 4. おわりに

スギ大径材から最終用途の要求品質を満たす製材品を生産するためには、丸太のヤング係数および心材の含水率によって丸太を仕分けすることが有効であることが明らかとなった。また、製材品のヤング係数や曲がり等の品質に影響を与える木材性質としてMFAの樹幹内変動が重要であり、大径材では樹心部のMFAが不安定な部分を除く木取りも可能なことから、密度や生材含水率の変動に加えてMFAの大きさや一定値に達する距離等を考慮することにより、より信頼性の高い製材品を生産できる可能性を示した。

#### 文献

- 1) 林野庁, 森林・林業統計要覧 2011 (2011)
- 2) 林野庁, 平成 19 年木材需給報告書 (2010)
- 3) 伊神, 木材工業, 66 (9), 386-391 (2011)
- 4) 村田, 木材工業, 61 (11), 490-492 (2006)
- 5) 平川ら, 木材学会誌, 42 (2), 107-114 (1996)
- 6) Ikami Y. et al., *Eur. J. Wood Prod.*, 67, 271-276 (2009)
- 7) 太田, 九州大学農学部演習林報告, 45, 1-80 (1972)
- 8) 見尾ら, 九州大学農学部演習林報告, 55, 187-199 (1985)
- 9) 平川ら, 森林総合研究所研究報告, 2 (1), 31-41 (2003)
- 10) Nakada R. et al., *J. wood Sci.*, 45, 188-193 (1999)
- 11) Matsumura Y. et al., *J. wood Sci.*, DOI: 10.1007/s10086-013-1332-8 (2013)
- 12) Cave I. D. et al., *Forest Prod. J.*, 44 (5), 43-48 (1994)
- 13) Alteylac J. et al., *Wood and Fiber Science*, 38 (2), 229-237 (2006)
- 14) 山下ら, 木材学会誌, 46 (5), 510-522 (2000)
- 15) Kretschmann D. E. et al., *Forest Prod. J.*, 58 (7/8), 89-96 (2008)
- 16) Matsumura Y. et al., *Forest Prod. J.*, 62 (1), 25-31 (2012)

#### 謝辞

本稿は、九州大学大学院生物資源環境科学府において行った博士学位論文の内容の一部をまとめたものです。ご指導いただいた九州大学大学院農学研究環境農学部 松村順司准教授、白石進教授、藤本登留准教授、古賀信也准教授に対し、この場をお借りして深く感謝申し上げます。また、本研究の遂行にあたり、ご指導・ご協力いただいた森林総合研究所関係各位、およびご支援いただいた皆様に心より御礼申し上げます。

(まつむら ゆかり: 独立行政法人森林総合研究所)

## トピックス

### 愛媛大学紙産業特別コース活動状況報告

内村 浩美、深堀 秀史



(内村氏)

(深堀氏)

#### 1. はじめに

愛媛大学大学院農学研究科修士課程「紙産業特別コース」は、紙産業に特化した大学院として2010年4月に開講した。愛媛大学農学部のカンパスは松山市にあるが、紙産業の現場での教育をとの考えから、本コースは愛媛県四国中央市にある愛媛県産業技術研究所・紙産業技術センター内の一角に研究室を設置させていただいている。2013年4月現在、2回生4名と1回生4名(社会人学生5名含む)が在籍し、紙に関する勉学と研究に励んでいる。

小稿では、当コースでの教育目標、教育プログラムとこれまでの取り組み状況などについて紹介する。

#### 2. 教育方針

##### 2.1 設立の経緯

愛媛県四国中央市は多種多様な紙産業が発展してきた紙のまちであり、紙製品製造出荷額は全国1位(2004年～)の生産規模となっている。その一方で、近年の技術開発の進歩やグローバル化などにより、紙産業界では国際的な競争が激化しており、地元からは、①現場の様々な問題を解決できる人材、②将来は幹部となって産業界をリードする人材の育成が求められていた。

愛媛大学は、大学憲章の中で「自ら学び、考え、実践する能力と、次代を担う誇りをもつ人間性豊かな人材を社会に輩出する」「地域に立脚する大学として、地域に役立つ人材、地域の発展を牽引する人材を養成する」ことを掲げている。地域社会への貢献と地域産業発展のための人材育成に力を入れ、より地域に役立つ大学づくりを目指していたことから、大学院開設の運びとなった。

##### 2.2 目標とする人材像

紙産業特別コースでは、紙産業界における地域発展を支えるために①紙に関する技術と経営の深い知見、グローバルで幅広い知識・教養を備え、②紙産業界の変革や創造に主体的に取り組むスペシャリストの育成が必要であると考えている。そのためには、①技術のみならず、経営の基礎知識やマネジメント力、グローバルな経済感覚を持ち、多面的な応用が出来る人材、②紙産業の技術・技能を継承発展するとともに、新しい紙製品の開発ひいては新たな市場開拓を進めることが出来る人材、を育成する必要がある。

このような人材を育成できれば、地域紙産業界の幹部候補生となり、紙産業の持続的発展の担い手を育成できると考えている。当コースでは、専門教育プログラムと現場密着型実践教育プログラムを並行して進めることで、上記のような人材の育成に取り組んでいる。

##### 2.3 教育プログラム

大きな教育方針として、学生の自立性と課題の発見・解決能力を養う教育を行うこと、現場密着型の



写真1 紙産業技術センター外観

実践教育を行うことを掲げている。このために、プロジェクト研究（修士論文）を中心に、技術と経営に関する専門教育プログラムと、現場密着型実践教育プログラムを二本柱にしてカリキュラムを構成している。具体的には以下のとおりである。

### 3. 授業概要

#### 3.1 専門教育

学部から入学してきた学生はもちろんのこと、社会人学生のバックグラウンドも多岐に渡り、紙を扱ったことのない学生も入学してくるため、まずは「製紙概論」「製紙実習」といった紙の基礎に関する講義を行い、その後、「製紙技術論」「製紙材料論」「紙産業機械原論」など、専門技術に関する講義を行っている。また、「紙産業マネジメント論」「市場価値創造論」「戦略的マーケティング論」「知的財産管理論」などの講義を通じて、技術経営についても学習している。加えて、海外での学会発表や展示会・商談などにも対応できるように、英語力の養成にも力を入れており、「英語プレゼンテーション」の授業も設けている。語学力の習得に関しては、地元の製紙会社からの要望も高いため、四国中央市市民環境部市民交流課及び地元企業の御協力のもと、ネイティブスピーカー及び長期海外在住経験者の方を講師としてお招きして、会話を重視した授業を実施している。

#### 3.2 現場密着型教育

座学での学習のみならず、製造現場の様子を知り、学習で得た知識をどのように活用していくかを考えるために、下記の授業を実施することで実践力を養うように努めている。

##### 3.2.1 紙産業現場見学

講義で学習したことを現場で実際に見て学ぶために、製紙・紙加工工場を見学させていただいている。見学にあたっては、「五感」を通じて学ぶようにしている。すなわち、現場を「見る」だけでなく、可能な限り試料に「触れ」、音を「聞き」、匂いを「嗅ぐ」ことによって、記憶にとどめるようにしている。

2012年度はパルプ製造工程、古紙処理工程、抄紙・塗工工程、特殊紙製造工程不織布製造工程、手漉き和紙作製工程、家庭紙加工工程、新聞印刷工程、などの現場を12ヶ所も訪問させていただいた。技術的な内容に加えて、現場における安全衛生への取り組みも学習することができた他、見学後は質疑応答の時間を設けていただき、経営的な視点からのお話も聞くことができた。大変お忙しい中、多くの時間を割いていただいた企業の皆様方には、この場をお借りして厚く御礼を申し上げたい。

##### 3.2.2 製品製造実習

新たな紙製品を開発するためには、紙に関する知識の習得に加えて、得られた知識をどのように使うかが重要である。本実習では、特定の紙製品を対象とし、原料の準備から加工までの一連の流れを体験することで、製紙・紙加工に対する理解を深めることを目的としている。2011年度は愛媛大学の封筒を、2012年度は高級ノートの作製に挑戦した。

授業は大きく「製品分析」「設計」「試作」「加工」に分けられる。「製品分析」では、製品に適した紙を作製するために、現行の愛媛大学用封筒や市販のノート紙の強度、外観等を評価し、製品品質項目と必要な目標値を設定した。

次の「設計」「試作」では、設定した目標値を満たすために、使用する繊維・填料・製紙薬剤の種類や配合量、繊維の叩解度等を決定した後、手抄きで紙を試作し、紙質評価を行った。目標値と異なる場合は、学生に原因と対策について議論させ、試作を繰り返すことで求める性能に近づけていった。

また、この授業の大きな特徴として、愛媛県産業技術研究所・紙産業技術センターが所有する抄紙マシンをお借りして、パイロットスケールの抄紙試験を行う点が挙げられる。抄紙マシンを使用して試作することで、手抄きとの紙質の違いや、マシンを動かす上で発生するトラブルなどを体験することができた。

最後に、作製した紙に印刷・折り曲げ加工を施して製品へと加工した。この工程は製版装置、打ち抜

き機、折り機等の機械を必要とするため、四国中央市の紙加工メーカーにご協力を依頼した。この際も、学生自らアポイントメントを取り、加工内容の説明を行うことで、マネジメント及びプレゼンテーション能力の養成に努めている。

紙の製造現場を知る社会人学生でも、紙製品の企画から原料調製、抄紙、加工の全てに携わるのは初めてであり、特に紙の設計では苦戦する様子が見られた。しかし、この実習を通じて、紙製造に関する一連の流れを学ぶことができ、また、学生間での試作や議論を通じて、製品設計・製造の難しさを知ることでき、非常に有意義な実習であった。

### 3.2.4 海外技術調査

3.1 項でも記載したとおり、当コースでは英語力の養成にも力を入れており、その実践の場として海外の製紙関連工場の見学を行っている。この授業では、海外の体験、海外の製紙・加工工場の調査、コミュニケーションツール（英語）の重要性の認識、の三点を目標にしており、2011年度はインドネシアの製紙・加工工場、2012年度は台湾の紙加工工場・フィルム製造工場を訪問した。

いずれも2回生を伴った訪問であったが、海外渡航が初めての学生もあり、出・入国手続きに始まり、現地の生活様式、経済状態、食生活、国民的な



写真2 製品製造実習の様子

ど、全てに刺激を受けたようであった。工場見学では、スタッフの方々に大変親切に対応していただき、抄紙マシンや加工工程を見学することができた。海外の工場というと、安価な労働力で安い製品を生産しているという漠然としたイメージであった。しかし、インドネシアでは、広大な敷地に大型マシンを何台も設置し、日本向けにコピー用紙や印刷用紙を大量生産する様子に危機感を覚えた。一方、台湾では、品質管理及び顧客満足度に対する高い意識や、コスト競争に苦しみ、高付加価値製品の開発を模索するところなど、日本との共通点も発見することができた。他にも、工場の運営やマシンの操業方法、安全衛生に対する取り組みなど、随所に相違点や共通点を発見でき、まさに「百聞は一見に如かず」の見学であった。

英語を使ったコミュニケーションについてであるが、当初は何を話せばよいのか戸惑う場面が多々みられたが、徐々に対応していき、スタッフの方と積極的にコミュニケーションをとって情報収集に努めていた。自身の英語力が不十分であり、英語学習の必要性を実感する一方、海外の方とコミュニケーションできたことが自信となり、海外や英語に対する苦手意識を払拭できたようであった。今後、プライベートでも海外に行ってみたいという学生もおり、当初の授業目標は達成できたと思われる。

### 3.3 プロジェクト研究

#### 3.3.1 指導方針

一般的な大学院の修士論文に相当し、学生にテーマを与えて2年間じっくりと研究に取り組ませている。愛媛県のバックアップのもと、紙産業技術センターの実験機器を利用させていただけるなど、紙の研究を行うには申し分のない環境を整えていただいている。

研究を進めるにあたって、結果も重要であるが、それ以上に研究の遂行方法を重視している。具体的には、1. 現状把握と問題点の抽出、2. 解決のための手段と目標設定、3. 研究計画の立案・遂行、4. 実施内容のまとめと報告、を行うように指導している。

同時に、研究計画を着実に実行するための自己管理、すなわち時間管理能力を身に付けることも重要であると考えている。

上記能力養成のため、当コースでは、実験に取り掛かる前の研究計画ミーティングを入念に行っている。そして、研究の進捗管理を定期的に行い、実験の成否に関わらず「実験結果に対する考察」を議論することで、研究（業務）を進める上で必要となる「課題解決に向けた考え方」のトレーニングを普段から実施するように心がけている。

#### 3.3.2 研究成果

2011年度は、社会人学生が自社から持ち込んだテーマについての研究がメインであったが、2012年度は、研究室独自のテーマとして、1. 製紙スラッジ活用技術に関する研究、2. バイオチップ基材に関する研究、3. シート状光触媒・吸着材を用いた水系の医薬品除去に関する研究、の3課題について研究を推進した。紙産業界が抱える問題の解決と、次世代の紙製品開発を研究の両輪としている。特許出願等の関係から、ここでは研究内容については控えさせていただきます。

### 4. おわりに

2013年4月でコース開設から3年が経過し、先日、第2期生が無事に卒業を迎えることができた。これもひとえに、愛媛県、四国中央市ならびに地元企業の皆様のご支援の賜物であり、心より感謝申し上げます次第である。

愛媛大学が掲げる理念のもと、紙産業の盛んな愛媛県にある大学として、紙産業界ひいては地元に貢献できるような人材育成・研究を行うことが、当コースに課せられた責務であると考えている。今後も、企業の方々や公的機関の方々と連携をとりながら、紙の大学院として学生教育、研究開発、情報発信に努めていきたい。

(うちむら ひろみ、ふかほり しゅうじ:愛媛大学大学院紙産業特別コース)

## トピックス

## 第 63 回日本木材学会大会参加レポート

長谷川 益己



第 63 回日本木材学会大会は 3 月 27 日から 29 日に岩手大学（岩手県盛岡市）で開催されました。岩手で開催されるのは 1993 年の第 43 回大会以来 20 年ぶりでした。盛岡市は古くは平安時代、征夷大將軍の坂上田村麻呂による志波城に始まり、安土桃山時代には南部氏が盛岡城を築城し、城下町として栄えました。

市街地からは雪のかぶった岩手山も眺めることも出来ました。九州では桜が満開でしたが、盛岡ではまだ蕾も膨らんでおらず肌寒い気候でした。

本稿では独断ですが、研究発表動向よりも、記念すべき合同シンポジウムと東日本大震災について中心に書きたいと思います。

さて、本大会は同会場で第 124 回日本森林学会大会 3 月 25 日から 28 日まで行われ、史上初めて合同開催ということになりました。

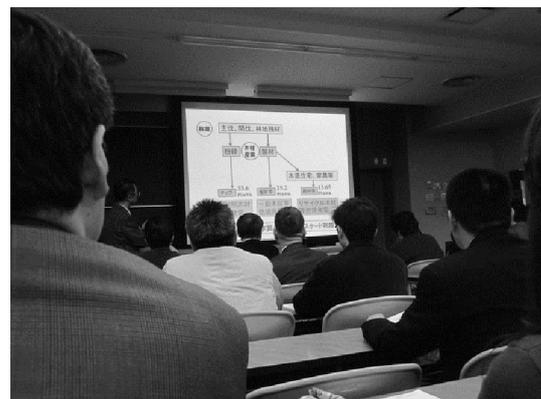


両大会の立て看板（岩手大学の正門にて）

記念すべき今大会では両学会合同のシンポジウム「これからの木材利用と森林施業—木質資源のカスケード利用を目指して—」が開催されました。定員 200 名の会場は満員でした。それだけシンポジウムへの期待度や注目度が高かったと言えます。講演は

川下から川上へ向かって進行していきました。最初に秋田県立大学木高研の山内繁先生が「木質バイオマスのエネルギー」、続いて森林総合研究所の洪沢龍也先生が「木材加工・木造建築」、同研究所の久保山裕史先生が「素材生産・流通」、最後に岩手大学の國崎貴嗣先生が「これからの森づくり」の観点からそれぞれ講演をされました。講演の中で、「丸太や製材品はすべて高性能である必要はない。」「セリング（作ったものを売る）ではなくマーケティング（売れるものを作る）が必要ある」とお話があったように、今後は「どう使うかではなく、どう伐採するか？」ではないかと思います。

講演後のパネルディスカッションでは国からの補助金に依存するだけではなく、林業関係者から行政関係者や研究者が産官学の連携を強化し続け、これからの木材利用と森林施業を自ら提案・実行していくべきであろう、と会場内で共通認識を持ちながらシンポジウムは幕を閉じました。



合同シンポジウムの様子

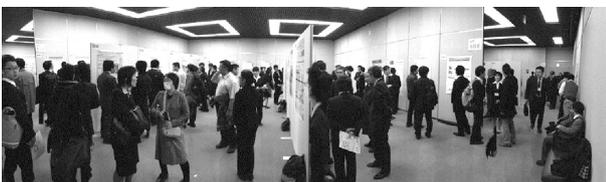
盛岡市民文化ホール（マリオス）での公開シンポジウムでは「木質バイオマスのエネルギー利用は化石燃料の代替にどこまで貢献できるか」というテー

マで講演が行われました。東北大学の中田俊彦先生が「我が国のエネルギー事情」、東北芸術工科大学の三浦秀一先生が「木質バイオマス発電&熱利用の現状と将来」について熱く講演されました。合同シンポジウムの川下側をより具体的にした内容でした。木質バイオマスの導入が進んでいる欧州の事例、例えば木質バイオマス発電施設や自治体レベルの発電管理システムなど紹介しながら、将来、日本での木質バイオマス利用拡大について討論が行われました。近い将来、日本で木質バイオマス発電が普及した状況を想像しながら、シンポジウムの講演を聴いていました。

公開シンポジウムの様子



研究発表動向はというと、口頭が約 350 件、ポスターが約 270 件の研究発表が行われました。口頭・ポスター会場も賑わっていました。しかし、懇親会で「震災をテーマにした研究発表が少なかった」とのご指摘もありました。



ポスター発表（盛岡市民文化ホール・マリオスにて）

懇親会はホテルメトロポリタン盛岡ニューウイングで行われ、盛岡名物三大麺の冷麺・わんこそば・じゃじゃ麺や日本酒「南部美人」など振る舞われ、にぎやかに行われましたが、「復興は全然進んでいな

い。是非とも学会の帰りに現状を見て行って欲しい。」との厳しいお話もありました。

東日本大震災から 2 年経ちましたが、私は震災後、初めて東北地方に来ました。キャンパス内には防災マップが設置されていましたが、キャンパスに在る限りでは震災の影響は分かりませんでした。懇親会でお話があったように、大会期間中の限られた時間で、気仙沼市に行くことが出来ました。2 年経った今でも、更地に残った建物の基礎部分や倒壊して鉄筋がむき出しのコンクリート、山積みになった漁船や流木などがまだまだたくさんありました。また、塩害で枯れた木々を見ると、いかに津波が高かったか分かりました。これまで義援金だけで片付けてきた自分が恥ずかしくなりました。



岩手大学構内の防災マップ

最後に、合同シンポジウムの閉会の挨拶のときに「この続きは第 2 回合同シンポジウムで!」と、半分冗談が入ったコメントがありましたが、今大会のような日本木材学会大会と日本森林学会大会の合同開催が行えるような大会が再び来ることを願いたいと思います。そして東日本大震災はまだ終わっていない、これからが戦いとなるだろうと感じた盛岡大会でした。

(はせがわますみ：九州大学農学研究院)

## [編集後記]

木科学情報第20巻2号をお届けします。前任の北岡先生より編集業務を引き継ぎました。これから2年間よろしくお願いたします。

本号では新支部長の近藤先生に巻頭言をいただきました。支部の役割として「研究交流の場」を提言されており、木科学情報がその一翼を担えるよう編集を進めて参りたいと考えています。木科学情報は常時投稿原稿を募集していますので、支部の活性化のためにも積極的な投稿をお願いいたします。

総説・主張では熊本大学の楊先生に金物と接着剤を排した木材加工技術の展望とその実践について解説いただきました。環境負荷の小さい木材の自己接着技術による木製品の活用は、今後の木材産業の目指す一つの方向性だと感じます。

ミニレビューでは森林総合研究所の松村氏にスギ大径材丸太の仕分けと木取りについて、材質学的観点からレビューいただきました。スギ大径材の供給量が今後増加することが予想され、その効率的な利用の必要性を考えさせられました。

トピックスでは愛媛大学の内村先生と深堀先生に愛媛大学の特徴的な教育プログラムである紙産業特別コースをご紹介します。紙産業が盛んな地域に密着しながら、様々な実践的なプログラムに取り組まれています。今後、多くの人材の育成が期待されます。九州大学の長谷川先生には日本森林学会との初の共催となった第63回日本木材学会大会（盛岡市）の概要をご報告いただきました。合同シンポジウムの活況とともに、東日本大震災からの復旧がまだ途上にあることを再認識しました。

最後になりますが今年度の支部会は福岡で行われます。多数の皆様のご参加をお待ちしています。  
内海 泰弘

## [各種問い合わせ先]

## ●支部全般に関わること（総務：松村 順司）

E-mail: matsumura@agr.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-642-2980

## ●会費、入退会に関わること（会計：巽 大輔）

E-mail: tatsumid@agr.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-642-2998

## ●木科学情報に関わること（編集：内海 泰弘）

E-mail: utsumi@forest.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-948-3110/092-948-3114

## ●支部ホームページ

<http://rinsan.wood.agr.kyushu-u.ac.jp/kika.html>

木科学情報 20巻 2号

2013年6月15日発行

編集人 堤 祐 司

発行所 一般社団法人日本木材学会九州支部

発行人 近 藤 哲 男

〒812-8581

福岡市東区箱崎6-10-1

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内

Tel/Fax : 092-642-2993

※著者以外の方が本誌に掲載された論文・記事等を複写あるいは転載する場合には本誌編集委員会にご連絡ください。

