

ISSN 1343-912X

Wood Science in Kyushu

木科学情報

16卷3号 2010



日本木材学会九州支部

目 次

執行部便り

感謝の気持ち堤 祐司 37

総説・主張

地域との連携 –北海道足寄町における木質ペレット生産–古賀 信也 38

レビュー

金属ナノ粒子のオンペーパー合成技術の開発と応用古賀 大尚 42

受賞者の声

黎明研究者賞を受賞して (1)阪上 宏樹 46

黎明研究者賞を受賞して (2)Sri Fatmawati 47

黎明研究者賞を受賞して (3)佐藤 絵梨 48

トピックス

第16回木材学会九州支部大会（沖縄）における研究発表動向 49
物理・工学分野長谷川 益己 生物・化学分野亀井 一郎

エレクトリックギターと木材巽 大輔 51

編集後記53

●「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

感謝の気持ち

堤 祐司



平成 20 ～ 21 年度の 2 年間九州支部総務を努めてまいりました。任期中、至らぬところが多々あり、支部の皆様の希望に沿った十分なサービスが提供できなかつたことをお詫び申し上げます。総務の仕事は、理事会や総会の準備、支部大会や支部が主催・共催する行事の広報など雑多であります。私の場合は執行部の皆様に助けられっぱなしのまま、任期満了を迎えたという思いです。例えば、会員管理は、会計担当の松村先生が会費管理の一貫として適切に処理して下さいました。また、支部機関誌である木科学情報は森田先生、巽先生のご尽力で予定通りに会員の皆様にお届けすることができました。加えて、掲載内容を刷新・充実していただいたおかげで、2004 年以降、5 年ぶりに黎明研究者論文賞が選出されました。

さて、2010 年 3 月 17 ～ 19 日に第 60 回木材学会大会が宮崎で開催されました。約 1 年前から近藤運営委員長、目黒実行委員長の下、大会実行委員会が立ち上がり、私も九大総務として実行委員会に参加いたしました。後ほど本誌において詳細な報告があると思いますが、大会準備におきましても雫子谷先生（宮大総務）をはじめ、亀井先生（会場）、巽先生（プログラム）、長谷川先生（ホームページ・登録）ならびに各担当の委員の方々のご尽力により、無事に大会を終了いたしました。また、私事ではありますが、2009 年度木材学会賞を宮崎大会で受賞させていただき幸運にも恵まれました。これまでご指導いただいた先生方に心より感謝申し上げます。

最後に、日本木材学会所属の四支部の中で九州支部だけが定期的機関誌の発行を続けており、これも九州支部会員の皆様のご協力のおかげと感じております。今後も木科学情報誌への寄稿、支部大会および支部活動へのご協力をお願い申し上げます。

（つつみ ゆうじ：九州大学大学院農学研究院）

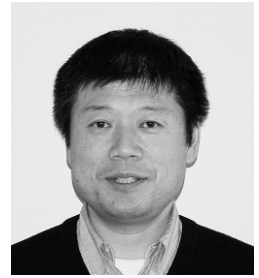


第 60 回日本木材学会大会(宮崎)の様子

総説・主張

地域との連携 —北海道足寄町における木質ペレット生産—

古賀 信也



1. はじめに

筆者は平成16年4月から平成21年3月までの5年間、北海道足寄町にある九州大学農学部附属北海道演習林に勤務した。出先機関ということで、所在する自治体と良好な関係を保つことが最も優先すべき業務となり、これまでも地道な努力がなされてはきたが、平成16年度の国立大学の法人化以降は、社会連携活動が教育・研究・国際活動とならぶ重点的活動分野のひとつに掲げられ、具体的な成果あげていくことになった。このことをうけ、北海道演習林は平成18年4月に足寄町と地域交流協定を締結し、地元の子供たちや一般市民向けの森林教育、森林・林業関係者への研究成果や専門知識の提供、森林・林業行政への貢献、共同研究の推進等様々な面で連携していくことになった。本誌は木質資源の利用に関する情報誌ということもあり、ここでは地域連携による木材の利用の推進、とくに木質ペレット生産を中心に紹介する。

2. 足寄町の概要

足寄町は、十勝地方の東北部に位置し（図1）、人口は7,929人（平成21年11月末）、面積は全国市区町村面積ランキング第6位（いわゆる“平成の大合併”以前は日本一だった。現在でも、区町村では日本一）の1,408km²で、その84%が森林（民有林の主要造林樹種はカラマツ）となっている。基幹産業は、農業・林業・畜産業で、かつては広大な天然林から得られる大量の良質大径材を背景に、町は大変賑わっていた（最盛期の昭和35年には人口約2万人）が、その後の木材価格の低迷や後継者不足等から林業の衰退の一途が続き、今日では、他の林業を主体とする自治体と同様、急激の過疎化と高齢化が深刻化している。

3. 木質ペレット生産までの経緯

近年、脱石油による二酸化炭素排出抑制および林業振興等の観点から、木質バイオマスのエネルギー利用に関心が高まっているが、なかでも木質ペレット（写真2）については、



図1 足寄町の位置



写真2 木質ペレット
(足寄町産カラマツ全木ペレット)

その生産量と製造施設数は急激な伸びを示している（図2）。このようななか、足寄町は平成17年度に民間主体で商業生産をはじめたが、木質ペレットに関する知識・ノウハウが全くない状況から産学官の連携によってわずか数年後に、北海道内では2番目の施設として商業生産を開始したという点で非常にユニークな町としても注目されているところである。その経緯について年次を追って紹介する。

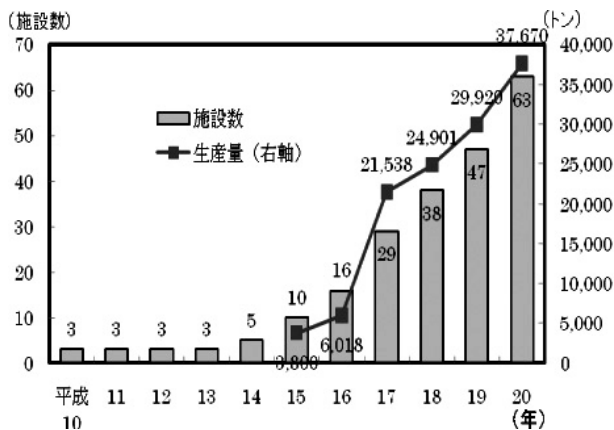


図2 木質ペレット製造施設と生産量の推移
（出典：平成20年度森林・林業白書）

まず平成11年度に九州大学の今田盛生教授（現九州共立大学教授）を代表とした文部科学賞科学研究費による共同研究「炭素循環と環境保全を実現する森林バイオマス・畜産廃棄物発電による地域振興」が開始されたが、九大演習林からは当時北海道演習林長であった岡野哲郎助教授（現信州大学教授）と筆者



写真3 実験に用いられた木質ペレットストーブ
（左からカナダ製、スウェーデン製、岩手県製）

が研究分担者として参画することになり、国内外の木質バイオマスのエネルギー利用に関する調査、木質燃料の特性評価、木質ペレットストーブの実証実験等を行った（写真3）。当時すでに国外とくにヨーロッパや北米では、石油代替として木質バイオマスのエネルギー利用が国策をもとに商業ベースで進められており、近い将来、石油依存度の高いわが国においても国家レベルで取り組むべき重要な課題となるであろうと感じたことを今でも憶えている。

平成13年度に足寄町はNEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の補助事業「地域新エネルギービジョン策定事業」と林野庁の補助事業「足寄町木質バイオマス資源活用ビジョン策定事業」に取り組み、町内のあらゆる再生可能エネルギーの賦存量やその利用可能性を綿密に検討し、町内における今後の木質バイオマス利用の方向性を明確にした。ここで注目すべき点は、単なる林業対策の側面のみから問題をとらえるのではなく、地域問題としてとらえていること、これまで未利用であった林地残材の有用性に着目していること、木質ペレットありきの議論（諸外国や先進自治体のものまね）ではなく、地域特性、熱需要、資源量、生産能力、加工特性、燃料特性、燃焼装置性能、生活スタイル、地球環境問題、将来性などあらゆる面から検討したうえで足寄町には木質ペレット生産が適しているという結論を導きだしているところにある。このように2つの事業を通じて木質ペレット生産に対する基本理念がしっかりと固められ、関係者の間で共有されたことがその後の展開を考えるうえできわめて大きかったといえる。また、これらの事業には、北海道演習林長の岡野哲郎助教授やその後の「とかちペレット協同組合」の立ち上げにかかわる地元の民間事業者数名が委員として参加しており、人的なつながりにおいてもきわめて重要であったといえる。

翌平成14年度には北海道による「木質バイ

オマス資源利用モデル調査」、平成15年度にはNEDOの補助事業「足寄町におけるペレット製造と燃焼熱利用事業調査」が取り組まれ、この両調査にも上述したメンバーが委員として参加した。

平成15年3月1日には上述したメンバーが中心となって多様な職種の個人・団体から構成される「足寄町木質ペレット研究会」を立ち上げた。その設立目的は「地域資源である森林バイオマスの有効利用と循環システム化を推進し、木質ペレットに関する基礎的・応用的研究を、産学官の連携のもとに実施すること」とされ、九大北海道演習林長と道立林産試験場の研究者がアドバイザーに、役場職員が事務局となり、産学官の連携体制のもとで木質ペレット研究が推進されることとなった。研究会のメンバーは、木質エネルギー利用の先進地であるスウェーデンや国内の関連工場の視察を行うなど木質エネルギーに関する情報収集を精力的に行うとともに勉強会や普及のためのシンポジウム等を開催した。また実験用に小型のペレタイザー（造粒機）を購入し、町の公民館の一室をかりて、ホワイトペレット（木部主体）やパークペレット（樹皮主体）、全木ペレット（木部と樹皮を含む）など様々なタイプ・形状の製造試験および燃焼試験を繰り返し実施し、カラマツペレット生産のための基礎知識・データを得た。これらの活動に対し、行政として北海道（十勝支庁）と足寄町、研究機関として九大北海道演習林と道立林産試験場、道立工業試験場が支援し、研究会の発展に大きな役割を果たした。

4. 協同組合による木質ペレット事業の開始

平成16年12月14日には、上述の研究会を母体とし十勝管内の林業（造林、造材）、製材、製箸、建築、土木、機械器具販売、燃料小売の14社（現在17社）の参画による「とかちペレット協同組合（理事長：中島正博）」が設立され、本格的に木質ペレットの製造・販

売が行なわれることになった。余談だが、同組合は、中小企業等協同組合法にもとづくものであるが、異業種による協同組合の前例がほとんどないということで理事長の中島さんは設立にあたって大変ご苦勞をなされたようである。同組合の運営理念は、①持続可能な社会の構築を目指し、多様な組合員の力を結集する、②この取り組みが組合員及び十勝の自立強化となる方策を追求する、③これらを通して世界無二の十勝モデルにする、であり、足寄を含む十勝の豊富な森林資源をベースにした地域経済発展を最大の目的としている。

これに対し足寄町は、工場建設費の負担軽減と木質ペレットに関する研究施設や情報発信拠点としての整備を図るため、内閣府から「地域再生計画」の認定を受け、廃校になった中学校の体育館と校舎の転用を可能にするなど組合の活動を軌道に乗せるための支援を行った。また、平成18年度に構造用大断面集成材（ラミナは町有林産カラマツ）を用い役場庁舎を新築し（写真5）、翌年同様に（ラミナは町内の民有林産カラマツ）あじろ子どもセンターを新築したが、役場庁舎に100万kcal（50万kcal×2基）（写真6）、子どもセンターに70万kcalの大型ペレットボイラーを導入するなど公共施設でのペレットの積極的な活用（現在、町営温水プールにも60万kcal程度のボイラー導入が検討中である）や住民のペレットストーブ購入に対する助成措



写真4 木質ペレット製造プラント
（廃校になった中学校の体育館を改修して活用）

置を設けるなど需要拡大のための支援を行っている。最近では帯広市など十勝管内の他の自治体にもストーブ導入補助など需要拡大への動きがひろがりつつある。

平成19年には木質ペレット事業の成果をもとに「地域資源（人・自然）が生み出す雇用促進構想」を提案し2回目の地域再生計画に認定された。いずれの分野も雇用情勢が厳しいなかで、森林に関わる分野で雇用創出していくという新たな展開をみせつつある。

なお、ペレット工場は平成17年11月に操業を開始した。製造能力は、当初、1時間あたり500kg（年間700～750トンであったが、現在はすでに1時間あたり700kgが可能である。最終目標は1時間あたり1トン（年間1400～1500トン）におき、燃焼機器設置数の増加に比べ昨冬のような石油高騰による急激な需要増にもエネルギー産業として万全な対応がとれるように体制を整備しているところである。

5. おわりに

以上、北海道足寄町ではじまった木質ペレット生産事業についてかいつまんで紹介したが、たとえ小さな町であっても、地域の資源を見つめ直し、その資源を活かした理想社会を描きながら、様々な分野の人々が連携し知恵を出し合い行動していけば何かが動くという一事例として参考にいただければ幸いである。

（こが しんや：

九州大学大学院農学研究院（福岡演習林）



写真5 町内産カラマツ材を使った役場庁舎
（上：外観，下：内部）

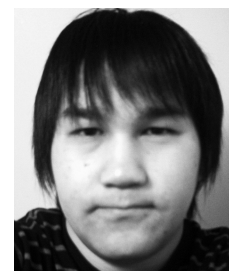


写真6 役場庁舎に設置されたペレットボイラー室
（上）とボイラー2基（下）

レビュー

金属ナノ粒子のオンペーパー 合成技術の開発と応用

古賀大尚



1. はじめに

金属ナノ粒子は、バルク金属と異なる極めて特殊な物性・機能を示すことから、バイオ・エレクトロニクス・触媒など幅広い分野での利用が検討されている。例えば、バルク状態の金は化学的に不活性であるが、粒径 10 nm 以下になると一転して高活性な触媒として働くことが知られている。しかし、金属ナノ粒子は、極微小サイズゆえに取り扱いが非常に煩雑である。さらに、表面自由エネルギーが高いため不安定で凝集しやすく、その機能が容易に損なわれることが問題になっている。つまり、ナノ粒子の機能を最大限に活用するためには粒子凝集状態を制御する必要がある。そのため、ナノ粒子を担体（マトリックス）に固定化して実用性を付与する技術開発が急務となっている。

ところで、身近な生活素材である「紙（ペーパー）」は、主に情報媒体として古来より重要な役割を果たしてきた。近年、取り扱いなどの利便性に優れる紙に様々な機能を付与する機能紙開発が盛んであり、紙材料の利用分野は多岐に渡っている。

本稿では、金属ナノ粒子をペーパーマトリックス内に直接合成して固定化する「オンペーパー合成」技術の開発と、得られたペーパー材料の優れた実用性と機能について紹介する。

2. 抄紙技術による微細材料のペーパー成型

紙は一般に、林産系繊維素材の成型技法である抄紙システムによって製造される。すなわち、パルプなどの繊維材料を水に懸濁させ、ワイヤー上で脱水濾過する湿式プロセスによ

り調製する。このとき、炭酸カルシウムや酸化チタンなどの無機填料を配合することで、白色度や不透明度などの紙質を向上させている。しかし、このような無機粉末は抄紙ワイヤーの網目に比べて小さく、単純に脱水するだけでは紙中に担持させることができない。そのため、高分子電解質を用いた静電相互作用により、繊維材料と無機粉末を凝集させ、高い歩留り効率を得る手法が用いられている。

本研究では、カチオンとアニオンの2種類の高分子電解質を用いたデュアルポリマーシステムを応用し、無機繊維と触媒粉末を抄紙成型した「ペーパー触媒」の開発を行ってきた。ペーパー触媒は実用性に優れる紙状の触媒材料であり、無機繊維を構造支持体とするため高温条件下での使用も可能である。これまでに、燃料電池用水素製造や排ガス浄化などの触媒プロセスに応用展開し、高い触媒性能を示すことを明らかにしている。

現在では、酸化亜鉛（ZnO）ウイスキーを金属合成の選択的足場として機能利用し、ペーパーマトリックス内に抄き込んだ ZnO ウイスキー上に金属ナノ粒子を直接合成するオンペーパー合成技術の開発を進めている。紙の様に扱える金属ナノ粒子複合材料を創出すべく、まず、金・銀・銅ナノ粒子のオンペーパー合成について検討した。

3. 金ナノ粒子のオンペーパー合成と一酸化炭素酸化除去

抄紙技術を応用した ZnO ウイスキーのペーパー成型手順を以下に記す。セラミック繊維と ZnO ウイスキーを含む水懸濁液に、カチオン性凝集剤ポリジアリルジメチルアンモニウ

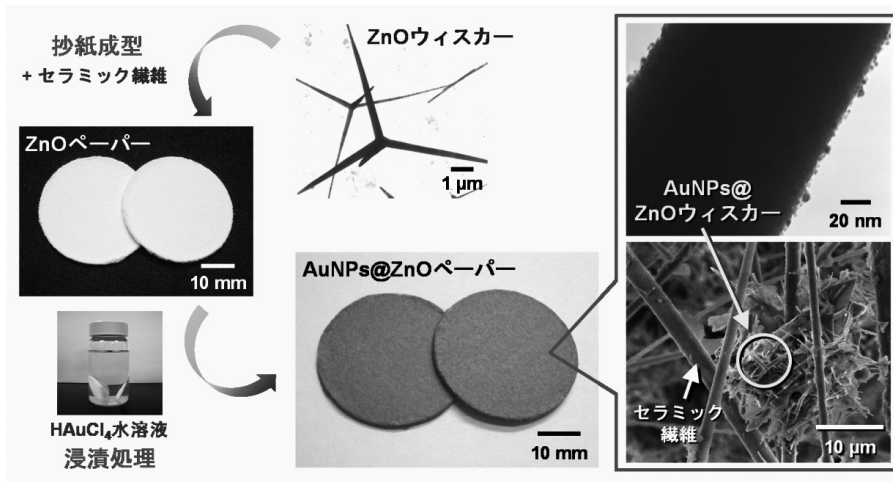


図1 金ナノ粒子のオンペーパー合成の概要図

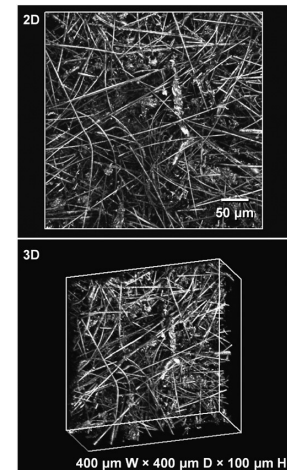


図2 共焦点レーザー顕微鏡像

ムクロリド、アニオン性凝集剤ポリアクリルアミド、アルミナゾルバインダー、パルプ繊維をこの順で添加し、抄紙ワイヤー上で脱水した。単純濾過では10%程度の歩留りしか得られなかったが、デュアルポリマーシステムを用いることでほぼ100%の材料歩留りを達成した。その後、焼成処理を施し、パルプ繊維の除去とバインダー焼結による物理強度の付与を行うことで、ZnO ウィスカーのペーパー成型材 (ZnO ペーパー) を得た。ZnO ペーパーは軽量で取り扱い易い厚紙様の材料であった。次に、金ナノ粒子 (AuNPs) のオンペーパー合成を試みた (図1)。ZnO ペーパーを塩化金酸 (HAuCl_4) 水溶液に浸漬して回収し、純水でよく洗浄した後、乾燥させた。このとき、ZnO ペーパーは白色から赤紫色 (表面プラズモン効果) に変化した。ZnO ウィスカーは、構造支持体であるセラミック繊維上に担持・固定化されており、その表面には10 nm以下のナノ粒子が多数確認された。X線回折解析の結果、Au結晶の存在が示されたことから、AuNPsであることが明らかとなった。X線光電子分光 (XPS) 分析を行ったところ、ZnO由来のZn(II)種が酸化されていた。これらの結果を踏まえ、現在のところZnO表面でのAuNPs形成メカニズムを以下のように考えている。① HAuCl_4 水溶液中で、 AuCl_4^- の Cl^- が OH^- と置換し、 $[\text{AuCl}_{4-n}(\text{OH})_n]^-$ ($n=0-4$) となる。②

ZnO ウィスカーの表面が一部水酸化されて $\text{Zn}(\text{OH})_2$ となる。③ 酸性下でカチオンに帯電する $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 表面に、アニオンの $[\text{AuCl}_{4-n}(\text{OH})_n]^-$ が静電相互作用によって引きつけられる。④ $[\text{AuCl}_{4-n}(\text{OH})_n]^-$ の Au-OH と $\text{Zn}(\text{OH})_2$ の Zn-OH との脱水縮合により、Zn-O-Au結合が形成される。⑤ Zn-O-Au結合を通して、ZnO ウィスカーのZn(II) からAu(III)への電子移動が起こり、Au(0)に還元されてナノ粒子化する。以上のように、 HAuCl_4 水溶液にZnOペーパーを浸漬するone-pot・one-stepの簡便な手法で、AuNPsをオンペーパーで合成することが可能であった。調製したAuNPs@ZnOペーパーは、セラミック繊維ネットワークからなるペーパー特有のマイクロ空隙構造 (平均細孔径約 $15 \mu\text{m}$ 、空隙率約80%) を有していた (図2)。

次に、一酸化炭素 (CO) 酸化をモデル反応として、AuNPs@ZnOペーパーの触媒性能を評価した。AuNPs@ZnOペーパーを反応管内にセット後、1 vol% のCOガス (air balance) を 20 mL/min で導入してCO酸化反応を進行させた。生成ガス組成をガスクロマトグラフにより分析し、CO転化率を算出した。結果を図3に示す。AuNPs@ZnOペーパーは取り扱いに優れるだけでなく、未成型のAuNPs@ZnOウィスカーや従来法で調製した粉末状のAu/ZnO触媒をはるかに上回る触媒性能を示し、室温条件下でCOの完全酸化除去を達成した。これ

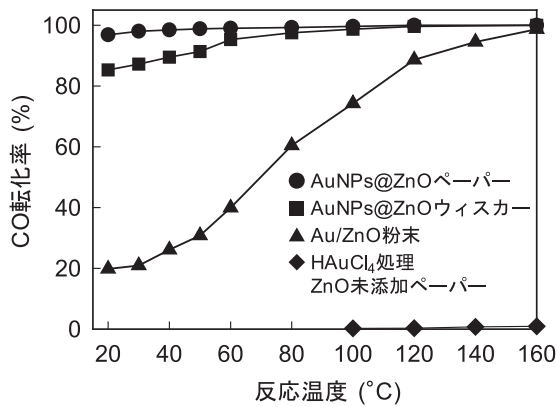


図3 CO酸化性能 Au量: 10 mg/8 cm³

までに、ペーパー特有のマイクロ空隙構造体が好適な触媒反応場として機能することを明らかにしている。すなわち、ペーパー構造体が高活性なAuNPsへの効率的な物質・熱移送を促進することで、触媒性能の大幅な向上に寄与していると推察される。また、ZnOペーパーとHAuCl₄処理ZnO未添加ペーパーでは全く反応が進まず、ZnOウィスカーが高活性なAuNPsのオンペーパー合成に不可欠であることが示された。

4. 銀ナノ粒子のオンペーパー合成と抗菌活性

銀は人体に優しい抗菌材として古くから使用されてきた。近年、銀ナノ粒子(AgNPs)が極めて優れた抗菌活性を示すことが明らかとなり、様々な基材と複合化することで材料としての利便性を付与する技術開発が多くなされている。これまでに、AgNPs担持シリカ薄膜(ゾル-ゲルプロセス)、AgNPs担持コットンファブリック(イオン交換-還元プロセス)などが開発されてきた。しかし、調製手順が煩雑であることや還元剤が必要であることなどが問題となっており、より簡便かつ実用的な固定化手法の開発が希求されている。

そこで、AgNPsのオンペーパー合成を試みた。ZnOペーパーを硝酸銀(AgNO₃)水溶液に浸漬し、回収・洗浄・乾燥したところ、AgNPsの形成が確認された。ZnOウィスカー未添加ペーパーではAgNPsが合成されず、ペーパー内部に組み込んだZnOウィスカー表面選択的

にAgNPsが合成されたことが示された。ZnOウィスカー表面において、AgとZnのイオン交換と同時に、自然光照射下でZnOから放出された電子により、Ag⁺イオンの還元が起こっている(光電着作用)と推察される。ZnOのイオン交換作用と光触媒能を駆使してAgNPsをone-potで合成する本技術は、極めて簡便な新手法として期待される。

次に、ディスク拡散法により、大腸菌*E. coli*に対する抗菌活性を検討した。*E. coli*菌液を寒天培地上に植菌した後、ディスク状のAgNPs@ZnOペーパー(直径10mm、厚さ1mm)を静置し、37°Cで24hインキュベートした。抗菌活性はディスク周辺に形成される*E. coli*生育阻止円の直径により評価した。結果を図4に示す。AgNPs@ZnOペーパーは、Ag⁺イオン(AgNO₃)あるいは市販Ag粉末(粒径約1μm)を含有したペーパーに比べて大きな生育阻止円を形成し、最大の抗菌活性を示した。また、グラム陰性の*E. coli*だけでなく、グラム陽性の枯草菌*B. subtilis*に対しても同様に高い抗菌活性を示し、数多くの菌に対して有効であることが示唆された。さらに、試験を繰り返しても、AgNPs@ZnOペーパーは比較的高い活性を維持していた。Ag量は2.0mgに統一していることから、AgNPs@ZnOペーパーが高性能な抗菌材料であることが示された。

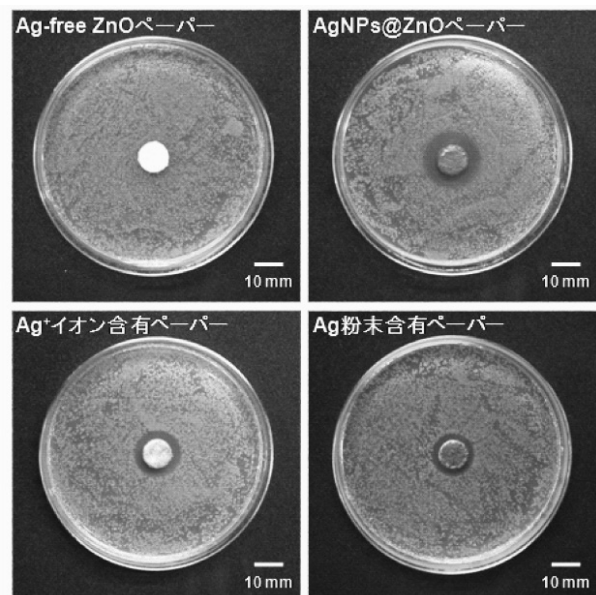


図4 ディスク拡散法による抗菌活性試験結果

5. 銅ナノ粒子のオンペーパー合成とメタノール改質性能

持続的に発展可能な環境共生社会の構築に向け、自然調和型発電システムである水素燃料電池に注目が集まっている。しかし、水素は非天然物質であるため、含水素物質から水素を取り出す触媒改質プロセスに関する研究開発の重要性が増している。特にメタノール改質は、安価な卑金属である銅-亜鉛 (Cu/ZnO) 触媒により比較的低温で反応が進行することから有望視されている。しかし、触媒粉末は取り扱いが煩雑で実用性が低く、ペレットなどの成型触媒では十分な改質性能が得られていない。さらに、燃料極の触媒毒となるCOが副生するなどの問題もあり、高効率で高純度な水素製造には至っていない。

本研究では、硝酸銅を前駆体とすることで、CuNPsのオンペーパー合成にも成功した。調製したCuNPs@ZnOペーパーをメタノールのオートサーマル改質反応 ($4\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 11\text{H}_2 + 4\text{CO}_2$, $\Delta H_{573} = \text{ca. } 0 \text{ kJ/mol}$) に供し、触媒性能を評価した (図5)。CuNPs@ZnO ウィスカーは、従来法で調製したCu/ZnO粉末に比べて高いメタノール転化率・水素生成量を達成するとともに、COの副生を抑制した。このことから、本手法で調製したCuNPsは従来のCu触媒より優れた触媒活性を有することが示唆された。興味深いことに、CuNPs@ZnOペーパーではメタノール転化率と水素生成量がさらに上昇し、その一方でCO濃度がほぼ一定に保たれていた。これは、ペーパー特有のマイクロ空隙構造体が触媒層内の反応ガス・熱移送を効率的に行うことで触媒の実効性能を向

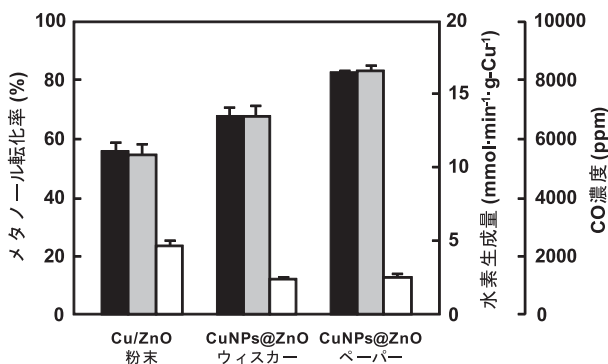


図5 メタノール改質性能: メタノール転化率 (■), 水素生成量 (■), CO濃度 (□)
Cu量: 0.2 g/8 cm³, 反応温度 250°C

上させる「ペーパー構造化効果」が発現したためと推察される。また、Cu/ZnO粉末を用いた場合、CuNPs@ZnOペーパーと同等の水素生成量を達成するためには反応温度が310°C必要であり、その際のCO濃度は9000 ppm程度まで上昇した。すなわち、本研究で調製したCuNPs@ZnOペーパーは、従来法で得たCu/ZnO触媒粉末と比較して、60 Kの省エネルギー効果とCO濃度の大幅な低減 (約1/8) を達成した。紙状材料であるCuNPs@ZnOペーパーは、二次加工性にも優れており、反応器の形状を選ばない。次世代小型燃料電池デバイスへの適用も視野に入れた今後のさらなる材料開発に期待が持たれる。

6. まとめ

本研究では、機能性金属ナノ粒子をペーパーマトリックス内に直接合成して固定化するオンペーパー合成法を開発した。ペーパーマトリックスは、低コスト・低エネルギーの抄紙システムにより、容易かつ大量に生産できる。また、金属ナノ粒子のハンドリング性の向上に寄与するだけでなく、触媒反応場としても極めて有効である。本手法は多数の金属種に適用可能であることから、実用性と優れた機能を兼ね備えた新規ペーパー材料の創出に向けた更なる技術開発に期待が持たれる。

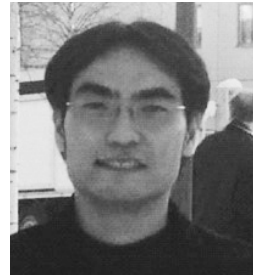
7. 謝辞

本稿は、九州大学大学院生物資源環境科学府において、北岡卓也准教授の御指導のもと作成した博士論文“Paper-Structured Nanocatalyst Composites with a Hierarchical Fiber-Network Architecture for Energy Applications” (ファイバーネットワーク階層構造を有するペーパー担持型金属ナノ触媒の開発とエネルギー分野への応用)の一部をまとめたものです。また本研究は、日本学術振興会の支援を受けました。この場をお借りして、深く感謝申し上げます。

(こが ひろたか: 九州大学大学院農学研究院)

黎明研究者賞を受賞して(1)

阪上 宏樹



この度は、本誌 16 巻 1 号のレビューに掲載頂きました。「木材乾燥過程におけるマイクロクラック発生挙動の可視化」に対し、論文発表部門において、日本木材学会九州支部第 11 回黎明研究者賞を賜り、誠にありがとうございました。第 6 回以来の論文発表部門の受賞ということで、誠に光栄に思っております。

受賞の対象となりました研究は、木材乾燥の分野では大変重要視され、かつ、早急に解決しなくてはならない乾燥割れ問題をミクロな視点までフォーカスを絞り、発生の起源となる、乾燥初期に発生するマイクロクラックの経時変化を観察し、可視化しました。

乾燥割れの研究は、乾燥方法、温度、相対湿度等の乾燥スケジュールを検討した、実用面からのアプローチが主になりますが、本研究は「なぜ割れが発生するのか？」という素朴な疑問にフォーカスを当てたものです。そこで大きく分けて二つの視点から研究に取り組みました。木材が割れる主な原因は、横断面の収縮異方性と木材表面と内部との水分傾斜が原因による応力差であると、どの参考書にも書かれておりますが、実際には、組織構造、密度、含水率等の樹種特性が大きく依存するだけではなく、スギのように個体間で心材の含水率のばらつきが大きい等、同一樹種であっても割れの発生条件や発生形態が大きく異なることが考えられます。

そこで、一点目として、割れの発生には必ず起源があると考え、発生ポイントにこだわり、専用に組み上げたその場観察システムを用いてミクロな割れ、すなわちマイクロクラックがどの部位で発生するのかを明らかにしました。

二点目は、マイクロクラックを生き物と見なした点です。生物は絶えず動いており、一時的な側面を観察するだけでは生態の特徴を明らかにすることが出来ません。マイクロクラックは生き物ではありませんが、生物と同様に絶えず変化をするものと考え、経時的にその場観察を行いました。その結果、発生したマイクロクラックは、乾燥とともに進展、拡大し続けるのではなく、伸張が限界に達した後、閉じる傾向が明らかとなりました。

一般に、仕上げの段階で表面に残留する割れが議論の対象となりますが、この研究結果から、残留した割れはそれ以上の規模で破壊した可能性がありますし、材面に割れが存在しなかったとしても、乾燥過程で既に割れが発生した可能性があります。従って、割れの存在が確認出来なかったとしても、その後の環境の変化で容易に再発する危険性があります。また、物性試験の評価の際にも、場合によってはマイクロクラックの影響を考慮する必要があるかもしれません。

今回はマイクロクラックの可視化がメインテーマでしたが、今後は、水分状態を考慮したマイクロクラック発生条件の追求や、マイクロクラックに至るメカニズム解明など、基礎研究を積み重ね、様々な分野で実用可能な研究を続けたいと思います。

最後になりましたが、本研究の遂行にあたり、九州大学農学研究院松村順司准教授、小田一幸教授、村瀬安英名誉教授、長谷川益己助教を始めとして、木質資源科学研究室の皆様、その他多くの方々に御指導、ご鞭撻を頂き、この場をお借りして感謝の意を表します。

(さかがみ ひろき:九州大学大学院農学研究院)

黎明研究者賞を受賞して(2)

Sri Fatmawati



去年の11月に沖縄で開催された第16回木材学会九州支部大会において黎明賞を授けてくださり心より感謝申し上げます。この貴重な賞は留学生の私にとって、大変光栄なことでした。美しい沖縄の中で、何人かの教授陣とお会いし、さらに、友達も作ることができました。

今回、私は、「*Ganoderma lucidum* (マンネンタケ・靈芝)からのアルドースレダクターゼ阻害剤」というタイトルで発表しました。アルドースレダクターゼ (EC1.1.1.21) とはポリオール経路の最初の酵素です。この酵素はグルコースをソルビトールへ還元する反応を触媒します。神経障害、腎障害、白内障、および網膜障害を含む糖尿病の合併症が、ソルビトールの蓄積により引き起こされます。天然素材からアルドースレダクターゼ阻害物質の探索を目的として、私たちは17種の食用・薬用きのこに着目しました。それらの中から、靈芝のメタノール抽出物が、最も高い阻害活性を有することを見だし、さらに、本抽出物は、ガラクトースを摂食させたラットにおいて、目の水晶体におけるガラクトールの蓄積を抑制することを見いだしました。靈芝のエタノール抽出物を餌に混ぜて4日間投与することによって、ガラクトール量を低下させることが分かりました。これらの結果は、靈芝が糖尿病合併症を防ぐ効果を有することを示唆する初めての報告です。

靈芝はステロール、多糖類、トリテルペノイドなどの多くの生理活性化合物を作り出すことが知られています。その中でも、120以上のトリテルペノイドが靈芝やガノデルマ属

のキノコから単離されています。私たちの結果から、クロロホルム抽出物にはエタノール抽出物より高いアルドースレダクターゼ阻害活性があることが示されました。HPLC分析により、クロロホルム抽出物がエタノール抽出液より多くのトリテルペノイドを含むことが明らかとなりました。一般に、靈芝の子実体から単離されたトリテルペノイド成分は、2つのグループに分割されます。側鎖にカルボキシル基を有するグループと、水酸基を有するグループがあります。クロロホルム抽出物を酸性画分と中性画分に粗分画しました。酸性画分と中性画分のアルドースレダクターゼ阻害活性のIC50値は、それぞれ、41.7及び97.9 $\mu\text{g}/\text{mL}$ でした。酸性画分はシリカゲルカラムクロマトグラフィーで分画され、さらに、分取HPLCを行い、5つのトリテルペノイドを単離し、それらの阻害活性を明らかにしました。

本研究を行うに当たり、終始ご指導くださった、森林圏環境資源科学講座の近藤隆一郎教授、堤祐司准教授、清水邦義助教に、心より感謝申し上げます。また、夫としても、研究者としても私を力づけてくれたアディセティヨプルノモに感謝します。研究の遂行においていろいろと助けてくださった研究室のメンバーに感謝します。日本での研究を公私に渡りサポートしてくださった日立財団に感謝申し上げます。

(スリ ファトマワティ：九州大学大学院 農学研究院)

黎明研究者賞を受賞して(3)

佐藤 絵梨



この度は、第16回日本木材学会九州支部大会の展示発表部門において、黎明研究者賞を受賞させていただき、誠にありがとうございました。名誉ある賞を賜り、大変光栄に思っております。この賞を受賞することができたのは、研究室の仲間をはじめとする多くの方々の御指導と御助力によるものと確信しております。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。また、ご推薦くださいました諸先生方、ならびに関係者の方々にも併せて御礼申し上げます。

現在、私は福岡教育大学大学院教育学研究科技術教育専攻の木材加工学研究室に在籍しております。学部4年時に配属されてから一貫して、信頼性の高い集成材を製造するために、その集成材を構成するフィンガージョイント（以下、FJ）ラミナをアコースティック・エミッション（以下、AE）法を用いて簡便で非破壊的に評価することができる装置（以下、本装置）の開発を行ってまいりました。これまでの研究において、本装置の検証試験を行い、適正な評価条件を明らかにしました。さらに、ラミナのFJ時における温度や開放堆積時間などの接着条件の違いがFJラミナの強度性能に及ぼす影響を、本装置によって評価することが可能であることを明らかにしました。

今回、受賞の対象となりました「AE法を用いたフィンガージョイントラミナ性能評価装

置の開発 —システム化に向けた各種信号処理の検討—」では、本装置を製造ラインへ導入することを目的として、実際の評価の際に得られる各種信号、すなわちFJラミナの強度に対応した荷重信号、およびAEの各種信号の詳細について調べるとともに、システム化に向けてそれらの信号の処理方法について検討を行いました。

その結果、FJ部付近で生じる荷重信号の変化に対応してワンショットパルスを発生する電子回路を構成し、これを本装置に組み込むことによってFJ部の位置の推定が可能であることが明らかとなりました。さらに、AE信号（平均値信号）に対して閾値を1.0vに設定し、それを超えた場合にワンショットパルスを発生する電子回路を、先の回路と同様に本装置に組み込み、実際の評価の際に、両回路を同時に用いることで、FJ部の位置の推定とその接着状態の評価が可能であることが示唆されました。

以上の結果を踏まえ、現在もシステム化に向けた研究を進めている最中であります。まだまだ、私は未熟者で、日々失敗と挫折の連続です。今回の受賞を励みにして、今後とも精進していく所存であります。ありがとうございました。

（さとう えり：福岡教育大学 大学院教育学研究科 技術教育専攻）

トピックス

第16回日本木材学会九州支部大会（沖縄）における研究発表動向 物理・工学部門

長谷川 益己



第16回大会は沖縄で開催され、全体で34件の研究発表がありました。物理・工学分野の発表件数は口頭とポスター併せて24件と2大会ぶりに20件を越えました。沖縄効果ともいえるべきでしょうか？以下に内容を報告いたします。

木材乾燥（6件）：スギ心持ち柱材の乾燥による表面割れの抑制について2件ありました。ホットプレスを用いることで材表面にドラインセットが形成されること、大分方式乾燥と高温乾燥の表面割れ抑制効果の違いについて表面応力やドラインセットから比較した報告がありました。また高温セット処理後の最適な養生時間の提案に向けて、加熱養生との組合せ乾燥がスギ柱材の品質に与える影響について、高周波・マイクロ波水分計による大分方式乾燥材の含水率評価、輪掛け乾燥における材色の経時変化について、スギ大径材の基礎材質と製材後の心去り正角材の乾燥特性についても報告がありました。

強度（5件）：佐藤絵梨氏は「AE法を用いたフィンガージョイントラミナ性能評価装置の開発－システム化に向けた各種信号処理の検討－」という題目で黎明研究者賞（ポスター部門）を受賞しました。接合部では2件ありました。長ほぞの先端を基礎に到達させたスギ構造材柱脚頭接合部の過酷条件下でのめり込みクリープ試験、木ダボ・接着剤を用いたスギ集成材接合部の強度性能について報告がありました。また、载荷14年経過後のスギ平角材の曲げクリープ特性、スギ材と輸入材（ホワイトウッド、アカマツ、ベイマツ）の釘引き抜き抵抗の比較についての報告もありました。

木質資源の有効利用（3件）：非木材系の木質材料について2件の報告がありました。剪定廃木材と陶器廃材を原料とした3層木片陶

土ボード性能に及ぼす陶器くずの種類と粒度の違いについて報告がありました。ペレット製造コストの低減を目指して木粉と食品廃棄物を混合して製造したペレットの造粒試験から生産能力・成型率などの生産性が向上したとの報告もありました。フェーズIでは災害で生じた流木の利活用に向けて、土砂混入状況を明らかにするための材内部の無機物分布特性や塩分分布特性について報告がありました。

木構造（2件）：スギ積層パネルを用いた簡易ハウスの開発に向けて、強度や寸法安定性を生かして施工性・解体性の高めた工法の接合部および水平せん断試験の結果が報告されました。

居住性（2件）：スギ材製ブラインドは室内の相対湿度変化を抑制し、輻射熱の遮断効果があること、多層構造床材は発泡コンクリートを充填することで床衝撃音が低減されると報告がありました。

材質（2件）：センダン材の動的ヤング係数・明度の丸太内分布、オビスギの成長・木材性質に与える植栽密度の影響について報告がありました。

その他（4件）：その他と分類しましたが、以下4件の非常に興味深い研究発表が行われました。

サザンイエローパインの木橋の腐朽診断の事例について、低周波・超音波の複合振動を利用したナイフ刀を用いて繊維方向圧縮拘束下で木材の割裂性能の評価、木竹炭の焼成温度と脱臭性能との関係、スギ・ヒノキの超音波伝播速度と木材性質との関係について報告がありました。

（はせがわ ますみ：九州大学大学院農学研究院）

第16回日本木材学会九州支部大会(沖縄)における研究発表動向 生物・化学分野

亀井 一郎



大会の発表内容について生物・化学系を中心に紹介させていただきます。基礎的な検討から実用化を意識した内容まで、幅広い研究報告が行われました。

酵素合成系の構築を目的として、ヒノキ心材中に含まれるヒノキチオール¹の生合成経路についての報告がありました。生合成経路中にあるエポキシ化反応が、前駆物質の立体異性体に対して特異性を持つそうです。植物に含まれる様々な二次代謝物の生合成経路を制御する機構として興味深く、今後の展開が期待されます。

木材繊維代替として、また大気中二酸化炭素吸収の観点から、ケナフが繊維資源として期待されていますが、繊維ボード加熱成型時に生成する熱水可溶性成分について報告がありました。用途の広がりを見せる素材としては、このような基礎的知見の集積が今後重要になると思います。

竹炭について、水蒸気およびリン酸により賦活された活性炭の比較がありました。得られる細孔の性状について詳細に検討されました。

地球温暖化が国際的な問題となる中、バイオマス資源への注目が集まっています。本大会でも3件のバイオマスエネルギー関連の報告がありました。オイルパーム廃材にはデンプンが多く含まれており、バイオエタノールの原料として利用できるとのことでした。原料として適したオイルパーム材の樹齢や結実状態についての報告とともに、含有するデンプンを余すことなく利用するプロセスについて検討されていました。今後は試料の粉碎技術などの改善が課題のようです。また、林地未利用樹材や、きのこ生産後の廃菌床をメタン発酵の原料として利用する試みがありまし

た。一部の広葉樹材と廃菌床はメタン発酵基材として有望なようです。

微生物を用いた環境浄化に関する研究発表も3件ありました。ひとつは塩素系殺虫剤として問題となっているDDTに汚染された土壌を、ヒラタケ廃菌床を用いて浄化する試みであり、良好な結果が得られていました。興味深かったのは、これまで処理が困難とされてきた非滅菌条件下(対象汚染土壌に土着の微生物が生きている)で有害物質の分解効率が上昇するということです。実用的な展開へ一歩踏み出す結果であるとともに、土壌に存在する微生物と、投入した担子菌との相互関係に基礎的な興味を覚えました。また、木質炭化素材(炭)に土壌細菌を集積し、ヘキサクロロベンゼンを資化すること(えさにする)ができる細菌の単離に成功したとの報告もありました。

キノコの生理活性物質については、1件の研究発表がありました。糖尿病眼合併症を引き起こすとされるアルドースリダクターゼの阻害剤候補として、薬用きのこであるマンエンタケに含まれるトリテルペン類が報告されました。阻害活性と化合物側鎖の構造との関係が議論されており、阻害のメカニズムが今後解明されていくことでしょう。

木材の腐朽に関しては森林土壌中に埋設された木杭中の微生物群集構造を、長期的にモニタリングする試みが報告されていました。森林の物質循環の観点から、今後も継続されることが望まれます。

いかがでしたか? 今後も会員の皆様に参加いただくことで、大会がさらに盛り上がることを期待しております。

(かめい いちろう: 宮崎大学農学部)

エレクトリックギターと木材



巽 大輔

1. はじめに

2年間、木科学情報の編集委員を務めさせて頂きましたが、任期の最後の号になって原稿が不足する事態に陥り、あわてて自ら筆をとることにいたしました。とはいえ、私自身、普段は木材を研究対象にはしておりません。おまけに、自身の研究に関する内容は少し前（14巻2号）に掲載いただきましたので、今回は何かそれとは違う内容で…と頭を悩ませた結果が以下の内容です。

2. 楽器と木材

多くの楽器が木材で作られていることは改めて申し上げるまでもありません。これは、木材が古くから身近な材料であったことに加え、音響特性に優れ、軽柔であるわりには強度特性が良好である（つまり比ヤング率が高い）ことなどが理由として挙げられます。このような理由から、木材の楽器としての特性を研究した例は枚挙にいとまがありません。木材学会誌だけに限ってみても、ピアノやバイオリンの響板に用いられるスプルースの振動特性¹⁾、バイオリン用材²⁾およびギター用材³⁾の音響的性質の研究など、数多くの研究例があります。（余談ですが、このような研究事例を検索するときは日本木材学会編のデータベース⁴⁾が非常に役立ちます。）

ところが、エレクトリックギター用材については、研究例が見当たりません。実際に楽器屋さん足を運んでまず目につくのは色とりどりのエレクトリックギターです。つまりエレクトリックギターは、電子ピアノと並んで最もポピュラーな楽器のひとつです。それなのに、研究例がほとんど無いのはなぜでしょう？電気で音を増幅するから、用材につ

いてはどうでもいいのでしょうか？

3. エレキは木？

そもそも、エレクトリックギター（略してエレキなどという）が木でできているとは知らない方も意外に多いようです。メタリック塗装のギターも多いことからこのように思われても仕方ないかもしれませんが、エレキは木でできています。しかも、用いられる材の樹種は非常に多岐にわたっています。以下にそれをみていくことにいたします。

その前に、少し背景をご紹介します。エレクトリックギターは、従来のギター（アコースティックギター）にピックアップ（弦の振動を電気信号に変えるマイク）を取り付けることから始まりました。その後、空洞の共鳴胴をもっているとハウリングが起りやすいとの欠点から、ボディに空洞のないエレクトリックギターが生まれました。これが現在一般的になっているソリッドボディエレクトリックギターです。1940年代、各ギターメーカーは、世界初のソリッドボディエレクトリックギターを作ろうと凌ぎを削っていました。そんな中、世界初の量産に成功したのが米国のF社であり、少し遅れてG社が製品を世に出したのです。

4. G社のモデル

まずはG社のモデルについて見ていくことにしましょう。ソリッドボディギターの開発当時、G社はすでにアーチドトップ（表面の響板がバイオリンのそのように湾曲している）ギターのトップメーカーでした。新たに開発されたソリッドボディギター（図1）も、表面はアーチドトップのように曲線を描

いています。用いる木材は、ボディ表面にメイプル、ボディ裏はマホガニーのラミネート構造です。ネックもマホガニー。ボディ裏とネックにマホガニーを用いるのは、従来の共鳴胴をもったギターでは一般的なことです。これは、マホガニーの加工のしやすさと寸法安定性に着目した利用といえます。なお、ネックにはローズウッドが貼られています。これも従来のギターでは一般的です。つまり、G社のギターは、形状や用材を含め、伝統的な工法を尊重して生まれたといえるでしょう。

5. F社のモデル

一方、F社が初めて量産したギターは、きわめて独創的でした。まず、ネックとボディを接着材ではなくボルトでジョイントするという、従来では考えられない発想を導入しています。これにより、生産効率が飛躍的に向上しました。また、ネックもボディもフラットな形状をしており、木材の歩留りが高く加工が容易であることから価格を下げることができました。用いられる木材は、ネックはメイプルで、初期モデルでは指板は貼られていませんでした。メイプル、とくにイタヤカエデなどのハードメイプルは、強度特性に優れることから、もっとも張力のかかるネック部分にはこの材が適していると考えたのでしょう。ボディはアッシュです。これも従来のギターには用いられていませんでしたが、バットにも用いられる耐衝撃性が高い材です。その後、良質なアッシュが希少になってくると、ボディ材にはオルダー（ハンノキ）が使われるようになりました。これは、F社の拠点である米国西海岸に多くみられる樹種です。アッシュボディとオルダーボディでは同じモデルでもギターの音が違います。このように、F社のギターは従来の工法にとらわれない斬新なアイデアが盛り込まれています。これは、同社がもともとはギターメーカーではなく、音楽用アンプの製造からスタートしたということが影響しているのかもしれませんが、同社の世界初のソリッドボディギターは、60年間

一度も中断されることなく現在も生産が続けられています。また、これから発展した図2のモデルも代表的な機種です。

6. おわりに

現在流通しているエレクトリックギターの多くは、図1あるいは図2のモデルに影響を受けています。しかし一方は伝統を重んじるスタイルであり、もう一方は斬新なアイデアから生まれたスタイルです。しかしこれは、ギターに限らず何においてもあてはまるのではないのでしょうか。つまり、今回ご紹介したエレクトリックギター用材にまつわる話は、「伝統と斬新さ」のいずれもが、ものづくりにおいては重要であることを示してくれる好例です。実際、両モデルの人気は甲乙つけがたく、開発からほぼ60年を経た現在でも、もっとも代表的なギターの2大機種として君臨しています。



図1 G社ギター



図2 F社ギター

- 1) 片岡明雄、小野晃明、*木材学会誌* **22**, 436 (1976).
- 2) 矢野浩之、松岡一郎、椋代純輔、*木材学会誌* **38**, 122 (1992).
- 3) 矢野浩之、姜 勝哲、古田裕三、梶田 熙、*木材学会誌* **41**, 17 (1995).
- 4) 日本木材学会編、*日本木材学会論文データベース 1955-2004*、海青社 (2005).

(たつみ だいすけ:九州大学大学院農学研究院)

[編集後記]

木科学情報第 16 巻 3 号をお届けします。まずは、発行時期が遅くなってしまいましたことをお詫び申し上げます。第 60 回日本木材学会大会（宮崎）は、成功裏に終了いたしました。もちろん皆様のご尽力の賜物ですが、このあたりのところを大会総務も務められた九州大学の堤祐司先生に総括していただきました。総説・主張は、九州大学の古賀信也先生にご執筆いただきました。ある地域の取り組み方は、決してその地域だけにとどまらず、さまざまな地域あるいは分野での取り組みにも参考になるということを感じました。黎明研究者賞の対象となるレビューは、九州大学の古賀大尚さんからご投稿がありました。非常に内容の濃いご研究を短期間でまとめられ、今後のご活躍が期待されます。黎明研究者賞は、5 年ぶりに論文賞が復活しました。若手研究者の皆様、ふるって木科学情報にレビューをご投稿ください。少し前の話になってしまいましたが、第 16 回日本木材学会九州支部大会（沖縄）も本大会に先駆けて地元ホテルで開催され、「研究発表動向」にもありますように活発な発表がなされました。最後は小生の乱文でございますが、執筆にあたり、須藤彰司著「カラーで見る世界の木材 200 種」が非常に役立ったことを申し添えます。この本は手元に置いておきたい一冊ですね。

さて、次回からは編集を九州大学の北岡卓也先生にバトンタッチします。皆様には大変お世話になりありがとうございました。とくに、お忙しい中ご執筆いただいた方々に厚く御礼申し上げます。今後とも引き続き皆様の御協力をお願い申し上げます

（巽 大輔）

[各種問い合わせ先]

●支部全般に関わること（総務：雉子谷佳男）

E-mail: kijiyo@cc.miyazaki-u.ac.jp Tel/Fax: 0985-58-7180

●会費、入退会に関わること（会計：藤本登留）

E-mail: fujipon@agr.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-642-2985

●木科学情報に関わること（編集：北岡卓也）

E-mail: tkitaoka@agr.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-642-2993

●支部ホームページ

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

木科学情報 16 巻 3 号

2010 年 4 月 30 日発行

編集人 森 田 光 博

発行人 近 藤 隆 一 郎

発行所 日本木材学会九州支部

〒819-0052

福岡市東区箱崎 6-10-1

九州大学大学院農学研究院

森林資源科学部門内

Fax : 092-642-3078

※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。

