

ISSN 1343-912X

Wood Science in Kyushu

木科学情報

23卷3号 2016



日本木材学会九州支部

目次

巻頭言

身を挺して中尾哲也 35

総説

森のきのこを食卓へ -野生きのこの商品化-金子周平 36

林産業とクローン林業 -九州のスギ・クローン林業-白石 進 40

トピックス

第24回地域学術振興賞を受賞して

県の試験場29年在籍 -やったこと・考えたこと-小田久人 43

第24回日本木材学会地域学術振興賞を受賞して城井秀幸 47

学会振り返り

第23回日本木材学会九州支部大会（鹿児島）における研究発表動向

化学・生物（生物化学）分野藤田弘毅 49

物理・工学分野森 康浩 50

編集後記51

●「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、特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。

巻頭言

身を挺して

中尾 哲也



九州大学の伊都移転完了も迫り、農学部のある箱崎キャンパスも建物が次々と取り壊されていきます。そんな中、まだ、残っている建物の中に、電子計算機センター(情報基盤研究開発センター)があります。1968年、建設中だったこの建物に、福岡空港(板付基地)に着陸しようとした米軍のファントム偵察機が突っ込みました。私もぼんやりと覚えてます。学生運動の盛り上がった時期なのですが、最初は良かった。学生も大学側も一緒になって、反戦デモを繰り広げたのですね。でも、計算機センターを早く作って運用したい派と反戦のシンボルとして残したい派が対立し、膠着。もみ合いで怪我人も。と、翌年の正月早々の夜中に、ヘルメット、タオルの出で立ちの団体がブルドーザーと共にやってきて門を通過(警備員曰く)。で、突っ込んだままのファントムを突っ込んだ建物から引きずり下ろす事態が発生。内部の関与が指摘されたものの、誰がやったか結局分からず終いと調査結果が後に発表されました。が、その引きずり下ろし事件の日に即、九大総長が辞任。これって????ともかく、勝手に“誰か”が引きずり下ろしたファントムをめぐって、学生がこれを封鎖。が、やがて、機動隊4,000人!が導入され、ファントムは福岡空港へ移送。計算機センターはほどなく工事再開、完成となりました。この辺が、ウイキに載ってる経緯ですね。ま、ファントムは元々米軍のもの、事故原因の究明・再発防止の点でも置いたままと言うのはきついですね。なら、いきなり、機動隊を投入してファントムを撤去・移動させるのにも合理性が、とも思いますが、臨時措置法の成立含めた当時の押し引きの結果とも言えます。

でも、これ基本ハッピーエンドなのですね。操縦士は墜落前にパラシュート脱出。機体も福岡市街に

落ちれば大惨事必至ですが、工事中のセンターに日曜日に落ちたため死者0の奇跡!言ってみれば、九大の建物が身を挺して米軍のファントムを受け止めたのですね。ちなみに、すぐ傍に理学部のコバルト60貯蔵庫があり、これに被害が及べば核汚染の大惨事必至だったとのこと。そんな大量にあったのかしらん?いえ、不謹慎ですが、墜落したファントムはRF-4Cですね。これは、偵察機といえど核兵器運用能力を持っているはず。もし、こっそり積んでれば・・・と思うと背筋が凍ります。

ともあれ、研究でも、何年も経てば、ああすればなあとの後悔が残ることがあります。最近の懸案と言うと、セルロースナノファイバーとCLTですね。木材のセルロース結晶が、これくらい(比重1.5で弾性率約140GPa)の強度を持つことは木材研究者なら常識ですが、夢の材料みたいに言われるとうーん、今までも分かったことだよと心配になります。文句を言うと叱られるので・・・ですが、幅4-100nmなどと言われると、100nmもナノスケール???と心配になります。花開いて欲しいものですね。

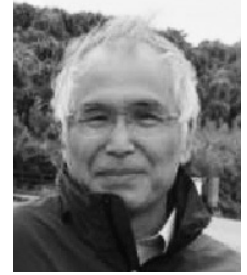
CLTもJASが制定されて、日本での利用の大きなヤマを越えました。うーん、これも合板はOKとして、LVLは・・・と思う小生からすると、集成材がこれくらいでCLTはどのくらい?と心配になります。叱られるので・・・ですが、基本的な技術的困難はそう無い筈ですので、どの位行くのかは、木材研究者の手を離れたところで付くのかもかもしれません。ここまで来ると他人行儀、ファントムの時のように神様のご加護を、いや、木材研究者として無責任な態度は戒めないといけません。

(なかおてつや：九州大学)

総説

森のきのこを食卓へ — 野生きのこの商品化 —

金子周平



1 はじめに

マツタケはなぜ栽培できないのですかとよく聞かれますが、森に生えているきのこを栽培化するには、その環境をよく把握して、生活様式を理解しておく必要があります。昨今スーパー等で販売されているきのこはほとんど木材腐朽菌で、死んだ木材組織を利用するきのこなので、伐採した木材などを素材にして栽培できますが、マツタケは菌根菌で、主にマツ属の樹木と共生しているものなので、死物を素材とした培地での栽培が難しいわけです。

このように主にきのこと呼ばれる子実体を形成する菌類も様々な生活様式があるわけです。このような生活様式を大きく分けると、①木材腐朽性きのこ、②腐生性きのこ、③菌根性きのこに分けられます。①には、シイタケをはじめとして人工栽培されているほとんどのきのこが含まれます。②は、腐植の進んだ落葉上に生え、落葉・落枝を分解する役目を持ったきのこで、ツクリタケ（俗称マッシュルーム）の仲間があります。また、ハタケシメジは①と②の中間的な存在で、森林での木材搬出用土場や林道建設現場跡などで、地下にスギ等の材が埋まっている場所に生えます。③には、マツタケやホンシメジ、ヤマドリタケを含む広義のイグチ類やフウセンタケ類、チチタケや、ハツタケ、アマタケで有名なベニタケの仲間など多くの食用きのこがありますが、栽培に成功しているのはホンシメジくらいです。

今後まだまだ新しく栽培化される食用・薬用きのこが増えてくるものと考えられますが、山奥にひっそりと生え、愛好家だけに食されていたきのこが、大勢の兄弟（クローン）とともに、家庭の食卓にふんだんに並ぶような技術開発が期待されます。

2 野生きのこの生態

きのこ類は先に述べたように様々な生活様式をもっていますが、生育環境にも、それぞれ違いが見られます。

標高、季節、光環境、水分環境、林相、樹種などによりそれぞれ特有のきのこの発生が見られるわけですが、たとえばシイタケは、その名の通りシイ・カシ林やクヌギ・コナラ林など里山に近いところで直射日光の当りにくい谷筋などでよくみられ、秋、春が主な発生時期となります。日本で最も生産量の多いエノキタケは里山から深山まで、様々な広葉樹の切り株や枯損木にみられ、晩秋～冬が発生時期です。2番目に生産量の多いブナシメジはブナの倒木や生立木腐朽部分にほとんど限られるので、九州では標高の高い奥山ということになります。10月末～12月初旬にみられます。ナメコも同様の環境ですがブナシメジよりやや谷筋の倒木や立ち枯れ木で、初冬からの発生になります。ブナシメジが単発的に2～3個体ずつ生えるのに対し、ナメコは1mの倒木で数Kgというくらい集団発生します。このような天然発生（野生）の環境を理解することは人工栽培条件のヒントになります。

栽培エノキタケはほとんどが傘も柄も真っ白ですが、これらは品種として確立された栽培種で、野生のエノキタケは傘が茶褐色で強いぬめりがあり、柄は黒褐色でピロード状です。ちなみに白エノキタケは、暗い所で育てるので白くなる“もやし”だと言われたりしますが、野外で原木に接種・栽培しても真っ白で、環境に影響されている色ではなく、遺伝的に安定な、確立した色であると言えます。ブナシメジにも白品種がありますが、中には先祖がえりが見られたりする品種もあります。

表1 主要な食用きのこ類培養時の温度・湿度の目安

種名	温度	湿度
エノキタケ	14~15°C	75%前後
ブナシメジ	20~23°C	70%
シイタケ	24~25°C	70~80%
ナメコ	15~20°C	60~65%
ヒラタケ	18~22°C	60~70%
エリンギ	23°C	65~70%
マイタケ	20~22°C	65~70%
タモギタケ	20~22°C	70%
アラゲキクラゲ	22~25°C	70%前後
ハタケシメジ	21~23°C	80%

す。基本的には炭水化物+糖の培地で、1NのNaOH、HClの添加量を変化させて、各段階のpHを設定し、一定期間菌糸体培養を行い、菌糸体重を測定して比較し最適値を確認する方法で行います。

種苗法（品種登録）における適正温度試験は品種登録する際に必要なデータとして5°Cから5°C間隔で40°Cまで設定した各温度下での、1日当り直径方向における菌糸体伸長速度を示し、最適温度を求めようになっています。適正温度域による菌糸体成長速度を知ることは、栽培において培養期間に関連するので重要です。

5 培養環境

菌糸体成長速度が速いという系統特性を生かして、培養期間が短縮できれば栽培室の面積が少なく済むということで、設備投資の削減にもつながります。

一般的な培養室の環境について、表1に目安を示します。きのこの種によっても異なりますが、先に述べたとおり、種内の系統によっても異なりますので、その系統にあった環境を把握します。特に最適値を大きく上回る環境では、菌糸体の活力低下や枯死につながる所以要注意です。

ほとんどの食用・薬用きのこ類の所属する担子菌類は好気性菌なので、培養環境として、CO₂濃度も重要な因子です。培養中は菌糸が盛んに呼吸を行いますので、CO₂濃度が高まります。高すぎると成長

遅れなど、菌糸体のスムーズな成長が阻害されます。通常のきのこでは3000ppm以下で培養を行います。

子実体形成時にCO₂濃度が高すぎる場合の障害としてヒラタケの開傘阻害があります。

降水量の多い年にきのこはよく発生する傾向があることから、栽培培地の水分条件を整えることも重要です。培地の水分条件では、先に述べた系統特性を反映させますが、一般的には65%程度（湿量基準）を基準に特性を生かして設定しますが、スギのこ屑を基本培地とした場合、水分保持力が高く、菌糸体が利用しにくいいため、高めの含水率にします。おおむね、培養期間を長く要する系統では表面の乾燥を防ぐため高く、短い系統では低めに設定されます。これは、季節や、培養室の空調条件によっても異なるので（部屋の広さに対して空調機の出力が高い場合は乾燥する）、注意する必要があります。

培地の炭素、窒素含有量について、適性を把握しておく必要があります。生産コスト削減のために食品産業廃棄物の再利用についてよく検討がなされますが、混合割合等を検討する場合、pHの変化と共にC、Nの含有量、比を調整するために最適値を理解しておかなければなりません。おおまかには、きのこ類培養培地のC/N比の適用範囲は20~40が良好とされています（シイタケでは~60まで可能）が、きのこの種によって最適な値を求めておくことが大事です。代表的な例としては、のこ屑など木質素材がC/N比が高いのに対しては、米ぬかなど、窒素分の多い素材の量を変化させて調整されます。

6 子実体形成条件の検討

子実体原基の形成直前には呼吸活性が急速に上昇することから、培養中のCO₂濃度から原基形成、芽出しの時期を決定します。一般的に、培養中の菌糸体の呼吸により培地表面のCO₂濃度が高まっていますが、ピークを過ぎた直後で菌掻きとよばれる発生処理を行い温湿度環境の異なる発生室に移動させます。きのこの子実体形成機作は明らかにはなっていませんが、低温刺激や光、水分の影響下で菌糸体から子実体形成へと移行します。冷涼になる秋季の

降雨の後に多く発生しますので、温度変化と高湿度、(多くは相対湿度が60%以下になると子実体の発育が止まる)、光が重要になります。発生環境の目安は表2に示しますが、きのこによっては原基形成と芽出し発生の環境が異なるものがあります。

同一環境でも系統によって子実体の発生量や形質、機能性成分含有量は大きく異なります(図2)。これらを検討して、育種目標に近いものを優良系統として選抜します。さらに、これらを用いて最適環境条件を再検討し、実験の繰り返しによって、系統ごとにそれらの特性が安定していることを確認する必要があります。

7 優良系統の栽培実用化と商品化

優良系統のうち、商品化する目的に沿ったものを決定します。実験室や狭い栽培舎での結果がそのまま現場でも同じとは限らない場合があります。大きなロットで栽培をおこなうことで、炭酸ガスが予想以上に充満するとか、呼吸熱による温度上昇が予想以上に高くなり、支障をきたす場合がありますので、現場にあった系統の決定、栽培方法の決定を行う必要があるわけです。この際、もちろん流通している品種があれば、これらとの比較が重要でもあります。さらに、食用きのこの商品化にとって重要なのは、商品として店の棚に並べる場合に品傷みが早いのは敬遠されますので大きなマイナスとなります。同時に、形に応じたパッキングの形状、質も重要です。消費者が安心して購入し、安全に食することができるものを目指す必要があります。

表2 主要な食用きのこ類子実体形成時の温度・湿度の目安

種名	温度	湿度	CO ₂ 濃度
エノキタケ	13~16℃	95%前後	0.1%以下
ブナシメジ	14~16℃	95%以上	0.2%以下
シイタケ	18~22℃	70~80%	0.3%以下
ナメコ	12~15℃	90%以上	0.2%以下
ヒラタケ	15℃	90%前後	0.2%以下
エリンギ	15~17℃	95%→90%	0.2%以下
マイタケ	15~19℃	90%以上	0.1%以下
タモギタケ	10~30℃	70%	0.2%以下
アラゲキクラゲ	15~20℃	60~98%	0.15%以下
ハタケシメジ	18℃	90%以上	0.2%以下

8 品種登録

特許の取得と同じように、育成者の権利を守るために、もしくは、系統(品種)の持つ特性を他の同種系統と差別化して、保持・管理するために、種苗登録は有効です。農林水産省に登録申請を行います。きのこの種に応じて審査や公表に必要なデータが異なりますので、審査基準をよく吟味し、それに沿ったデータ、写真をそろえ、権利関係の書類と共に整えて申請します。育成品種の菌糸体の提出も必要です。申請が受理されたら、受理番号が決定し、審査を受ける順が決まります。その後日程を指定して、現地調査を受ける必要があります。既存品種との比較で、明確な差が認められれば、新品種として登録されます。

*表は複数文献を参考にまとめた。図はオリジナル。

(かねこ しゅうへい:元福岡県森林林業技術センター)

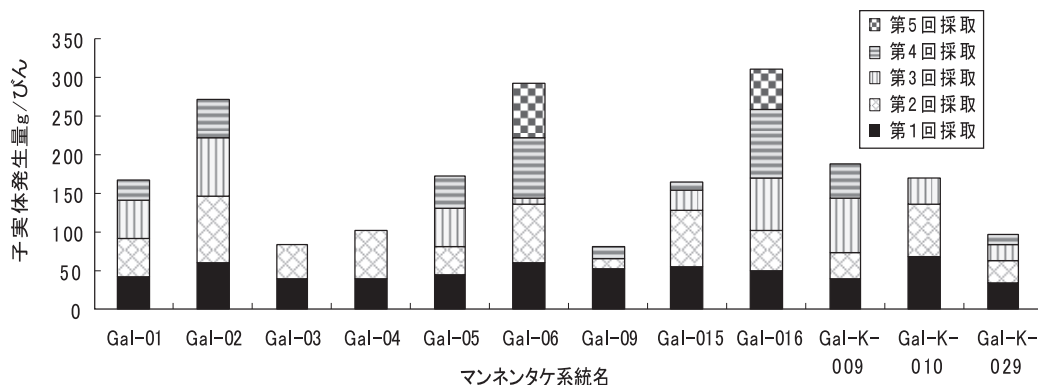


図2 菌糸体成長優良系統の子実体発生量(累積、菌床びん栽培:500g/850ml)

林産業とクローン林業 — 九州のスギ・クローン林業 —

白石 進



森林の遺伝的改良

林業の始まりは、森林から木材などを利用する採取林業であり、そこでは収穫管理が行われるようになる。やがて育成管理の段階に入ると、普通種苗を用いた育成林業へと発展する。更に、遺伝的に優れた育種種苗を用いた育成林業が生まれた。今日の先進的林業では育種種苗による育成林業が行われ、森林生産性や病虫害抵抗性などに大きな成果をもたらしている。

大規模な育種プロジェクトが行われ、大きな育種的成果を上げたのはブラジルのユーカリ林業である。Aracruz Pulp 社の林業部門を担う Aracruz Forestal 社は、世界中から遺伝資源を導入して大規模な種子産地試験を行った。そしてその試験林などの中から著しく優れた個体（プラス木）を選抜した。選抜にあたっては、造林特性（成長性、幹通直性、耐病虫害性など）はもとより、クローン林業を可能にするための増殖特性（さし木発根性、萌芽性）、さらにはパルプ生産に適した諸特性（材容積重、繊維長、壁厚、蒸解特性など）について選抜基準を設け、この基準を満たす個体を選抜された。このプロジェクトによって、成長量は 2.12 倍、材容積重は 1.25 倍、パルプ収量は 1.23 倍となり、最終的な単位森林面積から生産されるパルプ収量は 2.35 倍と、大きな成果を達成した。わずか 1 回の育種によって非常に大きな経済効果を得ている。なお、このプロジェクトに対しマルクス・ヴァレンベリ賞が授与された。

今日では、世界の産業植林プロジェクトで育種が行われており、ユーカリ、アカシアなどの早成樹種を用いた短伐期林業においては、パルプ原料などの工業原料に適した品種改良が盛んに行われており、メラルーカなどが産生する精油の量的・質的改良といった成分育種にまで及んでいる。

さし木（クローン）林業と実生林業

種子から育成した苗木を用いて造成された森林を実生林といい、このような林業形態を実生林業とよんでいる。和歌山県吉野地方では、古く（1500 年頃）から実生苗の育成に使う種子を採種する母樹の重要性が認識され、高齢で健全な木から種子採取が行われていた。

一方、クローン林業は、さし木や接ぎ木といった栄養繁殖技術により育成されたクローン苗を用いて人工林を造成する林業である。わが国では、北九州を除く九州全域、京都・北山地方、北陸地方、千葉・山武地方で古くからクローン林業が行われ、多くのさし木品種（主なものだけでも 100 品種近い）が育成されてきた。特に九州地域では非常に多数の在来品種が成立しており、クローン林業の先進地域となっている。このクローン林業はわが国が世界に誇る林業技術ではあるが、残念なことに、わが国では実生林業が主流となってきたため、クローン林業の評価は極めて低かった。しかし、今日、世界的にクローン苗による産業植林が急増、これがわが国に逆輸入され、わが国においてもクローン林業への再評価が行われている。

なお、スギ以外でも、熊本県阿蘇地方のナンゴウヒ（南郷檜）を用いたヒノキのクローン林業、石川県能登地方のアスナロのクローン林業（アテ林業）が有名である。

クローン林業の成立

宮島 寛（1989）によれば、九州のクローン林業は、大口・人吉の国境（熊本県・鹿児島県境、1568 年）で行われたのが始まりである。伐採木や周囲の木の枝を植栽地に直接挿す「直挿し造林」である。やがてさし木で苗木を増殖し、植林するようになった。

その後、長い年月をかけて、劣った形質をもつクローンは排除され、成長や幹通直性、さし木発根性、適応性などに優れた個体が選抜された結果、今日のさし木品種群が成立した。

さし木は大規模造林には向かない非効率な繁殖法とされたが、苗畑で猛威をふるう赤枯病に対し、さし木苗が高い抵抗性を示したことから見直され、それまでほとんど注目されていなかったさし木品種の存在に関心が寄せられるようになった。その反面、「品種」ということばが誤解と混同をもって使われ、大きな混乱をもたらした。

育種学における品種の定義は、「同一繁殖法により、直接または間接的に、ある特定の遺伝型として実用上支障のない均等性と永続性を保持し得る作物・家畜の個体群（松尾 1965）」とされる。しかし、森林研究者や森林家の「品種」に対する理解の混迷は長い間続いた。林業品種の中でも、数多くのさし木品種は、この定義に合致するものである。一方、アキタスギ、タテヤマスギ、ヤナセスギ、ヤクスギといった、各地域の天然林に由来し、気候などの生育環境による自然選択の結果、地域間で遺伝的に分化して成立した地域品種は、様々なレベルのものが混在している。戸田良吉（1952）は品種を「ある樹種の中に、何らかの原因によって互いに遺伝的に切り離され、かつ遺伝的構成に違いの認められる集団が2つ以上あるとき、そのおのおのを品種と呼ぶ」とした。この定義は、育種学における品種定義に沿いつつ、林業品種の特殊性をも包含させたものであり、

林業品種におけるコンセンサスが形成された。今日また、林木育種関係者の中で「品種」の概念がゆらいできているのは残念なことである。

クローン林業により生産される木材

個体をもつ遺伝子組成を遺伝子型という。個体間には様々な遺伝子型（遺伝子型変異）が存在する。これが個体の様々な形質を決定する上で大きな役割をもっている。しかし、この遺伝子型だけで個体の形質（表現型）が決まるのではない。個体はその生育環境の違い（環境変異）の影響を受けて後天的に変化する。遺伝子型に生育環境の影響が加わり、表現型が決まる。クローンはすべての個体が同じ遺伝子型をもつことから、クローン内で観察される表現型の違いは、環境の違いによって生じる変異である。

有性繁殖でできた苗木は、全てが異なる遺伝子型を持っているので、実生林の個体間には、様々な形質の表現型において大きな違いがある。クローン林業では特定のクローン品種が使用されることから、環境変異によるバラツキ（変異）はあるものの、表現型の変異幅は実生林業に比べきわめて小さい。図1, 2に九州のスギさし木品種（6品種）の材強度（ヤング率）と乾燥特性（心材含水率）のクローン間の差違と変異の大きさを示す。個々の品種内のバラツキは、スギ全体のバラツキに比べ小さいこと、クローン間でそれぞれの特性が大きく異なることがわかる。

クローン林業は、遺伝的に全く同じ遺伝子を持つ

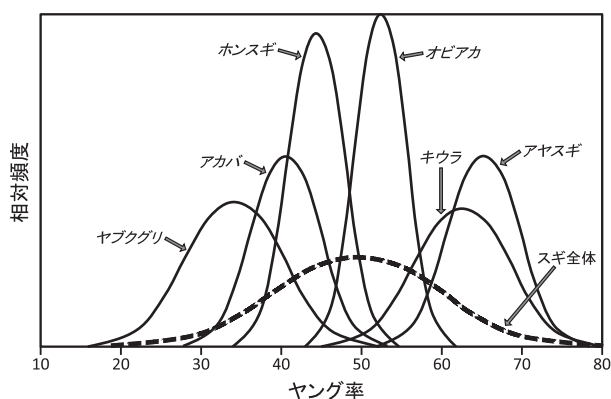


図1 材強度(ヤング率)における品種(クローン)間差異
(藤澤義武 学位論文 1995 を改変)

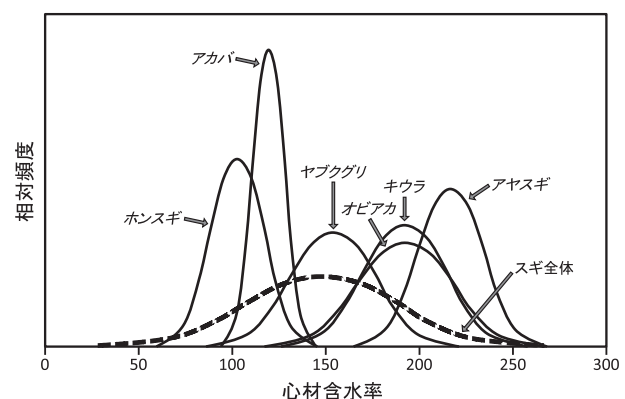


図2 材の乾燥特性(心材含水率)における品種(クローン)間差異
(藤澤義武 学位論文 1995 を改変)

優良な個体で森林を造成できるメリットがある反面、万が一、病虫害や気象害が発生し、植栽クローンにそれに対する抵抗性がない場合には大きな被害を招くことも考慮しておく必要がある。クローン林業は高リターンを求める林業に最も適している。しかし、高リターン林業では育種戦略を誤ると大きなリスクを負う可能性がある。このリスクを回避するためには、高い環境適応性をもつ品種が不可欠となる。早生樹による短伐期林業では、このような品種の開発は比較的容易であるが、長中伐期林業での品種開発には長い年月を要する。幸いにして、長い年月（古いものは400年以上）をかけて育成され、環境への適応性が何世代にわたって検証されてきた品種が九州には数多く存在している。

品質管理型林業への今後の展開

近年、九州地域では、いくつかの大規模製材工場が稼働し、スギ材の大量需要が生じている。これらの工場ではカーブソー、生産ライン上での材質測定装置、数値制御加工機器の採用による高次加工などの最先進技術が導入されている。今後の木材需要の多くは工業原料としての利用である。工業原料としての木材には、品質が高いことに加えて、高い均質性が求められる。この要求を達成するためには、生産される木材の品質までを管理する「品質管理型林業」への展開が必要である。

エンジニアードウッド（合板、LVL、集成材、CLTなど）の原料としての利用では、それぞれの要求性能・特性が異なる。既に図1、2に示したように、クローン林から生産される丸太は、実生林からのものに比べ、含水率やヤング率をはじめとして様々な材質特性において高い均一性をもっており、工業原料により適した木材を供給することができる。これは、最終製品の高品質化、乾燥コストの低減、製品歩留まりの向上等の加工システムの改善に貢献する。

九州地域で古くより行われてきたクローン林業は、エンジニアードウッドの原料生産に最も適した林業形態といえる。今後、適切な品種選択とその品種特性を最大限に発揮できる施業体系の確立、同一品種

の丸太の大量供給に向けた産地形成などにより、他の地域に先んじて、川上（林業）と川下（林産業）との連携を飛躍的に高めることが可能である。また、丸太利用にとどまらず、胃腸薬成分であるベルペリンを生産するキハダや、抗ガン成分を含有するワダツミノキなどにおいて、優れた成分含量・純度をもつクローンの選抜・増殖（成分育種）も既に始まっている。

（しらいし すすむ：九州大学名誉教授）

トピックス

県の試験場 29 年在籍 やったこと・考えたこと

小田 久人



去る3月に名古屋大学で行われた第66回日本木材学会大会において第24回地域学術振興賞を受賞することができました。業績題目は「南九州地域における地域材利用技術の開発と木材産業への貢献」です。推薦して頂いた九州支部の先生方を始め会員の皆様に厚くお礼申し上げます。木科学情報編集部から、受賞を機にこれまでの研究を振り返り考えることを整理してくださいとの依頼がありました。宮崎県林業試験場（当時）で研究を始めてからの29年間の宮崎県の林業・林産業を研究者の立場で振り返り、雑感を述べたいと思います。

1. はじめに

受賞理由を引用します。

「候補者は、宮崎県の林業関係試験研究機関に長年にわたり在籍し、地域材であるスギ材の材質、強度及び乾燥に関する研究開発並びに地域関連企業の技術支援に取り組んできた。(略) 在来品種や精英樹の材質特性、特に心材含水率や丸太のヤング率を明らかにし、森林所有者や行政機関に提示した。(略) また、強度特性が未解明であった宮崎県産スギ材の強度試験に取り組み、県内の地域差や乾燥温度と強度の関係など明らかにし、地域の木材産業の生産技術向上に大きく寄与した。(略) スギ心持ち構造材の人工乾燥試験に取り組み、製材直後の重量と表面割れ抑制に効果がある高温処理時間との関係や乾燥経過中の含水率分布を詳細に分析し、人工乾燥材の品質向上に大きく貢献した。近年では、心去り構造材の人工乾燥条件と曲がりや収縮量との関係を明確にすることで木取りや適正な製材寸法を提示するなど宮崎県にとどまらず九州地区や全国の木材関連企業、団体の技術向上に貢献している。これらの研究成果

がスギ製材品の品質を向上させ宮崎県を全国一のスギ材生産地に導いた。(以下省略)」

以上のように、宮崎県の試験研究機関に長年勤務し木材の材質や強度、乾燥などに取り組んできたことが評価されてのことだと考えています。この間に林業・林産業を取り巻く環境は大きく変わりました。活動の幾つかを取り上げて背景なりを考えてみようと思います。

2. 外部資金で取り組んだ課題

2-1. 主なスギ品種の材質特性の解明に関する研究（平成3年度～5年度）

本課題は、林野庁のシステム化事業であり、森林総合研究所を中心に本県を含む11県の林業試験研究機関が取り組みました。課題に取り組んだ背景は、言うまでもなく当時本格的な伐採期を迎えようとしていたスギ材が、産地や品種によって材質の変動が大きく品質の安定した製材品を供給できずにいる現状を打破するため、全国の主なスギ品種の材質を把握しばらつきの程度を知ることです。

材質を決める要素の一つである施業履歴（植栽本数、下刈りや間伐の時期、回数など）、基礎材質調査として切り出した円盤を用いた年輪幅、心材率、容積密度数などを求め、機械的材質調査として丸太の動的ヤング係数を求めました。図1に九州の品種の容積密度数と生材含水率の関係を示します¹⁾。特に心材含水率に品種の特性が表れます。平成3年に「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」が制定され初めて含水率区分と機械等級区分が導入されましたが、構造材の人工乾燥の必要性は当時ようやく語られ始めたばかりでした。乾燥材の普及には柱材生産の日本林業にとって重要な品目である「心持ち柱材」の

割れない乾燥方法である「高温乾燥法」の登場まで待たなければなりません。この課題に取り組むことで、森林総合研究所や各県の木材関係研究者と面識を得ることができたと同時に、木材関係の研究を続ける意欲が出ました。

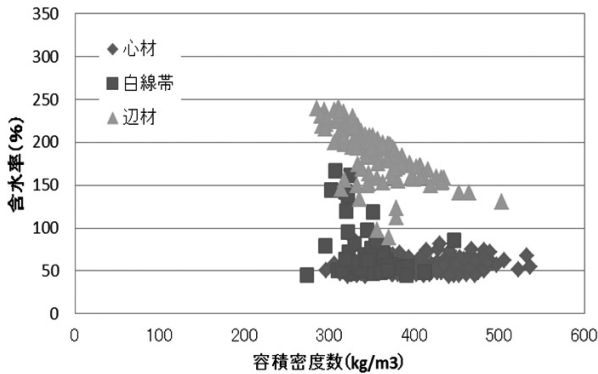


図1 生材含水率と容積密度数の関係
(ホンスギ、福岡県)

2-2. スギを中心とした木材の品質改良・高度化に関する研究 (平成6年度～8年度)

本課題は、旧科学技術庁の委託事業である「生活・地域流動研究」に採択され実施された課題です。内容は、1) スギ優良品種の創製、2) 生育環境と木材材質の解明、3) 乾燥機構の解明、4) 高品質材の創製及びリサイクルに関する基礎的研究に大別され、実施機関も森林総合研究所や旧建設省建築研究所を始め、宮崎大学農学部、住友林業(株)などの民間企業と宮崎県の工業、林業試験場が加わり、計8機関です。研究の総括は地域中核オーガナイザーである中村宮崎大学名誉教授が努め、研究推進委員会は九州大学堤教授や東京大学有馬助教授、森林総研中野木材利用部長(肩書きは全て当時)など木材利用のエキスパートで構成されました。私は、スギ精英樹あるいは在来品種の交配によって木材の高度利用、多面的森林利用に適した品種の創製を行う課題に取り組みました²⁾。品種の創製とは具体的には、精英樹同士、あるいは精英樹と在来品種間の交配を行い、優良品種を作り出すことです。研究手法は先の課題とほぼ同様です。このような課題が3年間という短期間で終わるはずもなく、現在も検定林で成長や材

質の試験が継続されています。

他の課題では、宮崎大学農学部が林木の成長速度と力学的特性の関係を調べ、肥大成長速さの大きな林木から得られた木材の材料的性能は決して劣っていないことを明らかにしています。これは、成長が早いと年輪幅が広くなり木材の品質は劣るという従来の考え方を覆すものです。成長の早い南九州地域にとって朗報と言えるのではないのでしょうか。

2-3. 新しい木材乾燥システムによる低コスト化と有用成分の回収 (平成19年度～21年度)

本課題は、農林水産技術会議の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」に採択され、木材利用技術センターを中核機関とし宮崎大学工学部、九州オリンピック工業、池上冷熱及び都城木材からなる研究グループで実施しました。研究の背景や内容は次のとおりです。すなわち、代表的な木材乾燥機である「蒸気加熱式木材乾燥機」は、強力な循環ファンで材間に風を送っていますが、ムラが大きいのが現状です。さらに、機中の空気を外部に排出するため、多量のエネルギーを消費しています。このため、少ないエネルギーで均一な気流を確保すること、および排蒸気潜熱を活用する新しい乾燥システムを開発しました。主な研究成果は、気流のシミュレーションによって中天井の先端形状や「邪魔板」(バッフル)の設置効果を確認し、実験機を用いて省電力で必要な風速を確保したこと(図2)、潜熱を回収し養生庫に熱を供給することができたこと、さらに、スギ精油の生活害虫忌避効果を確認したことの3点です³⁾。

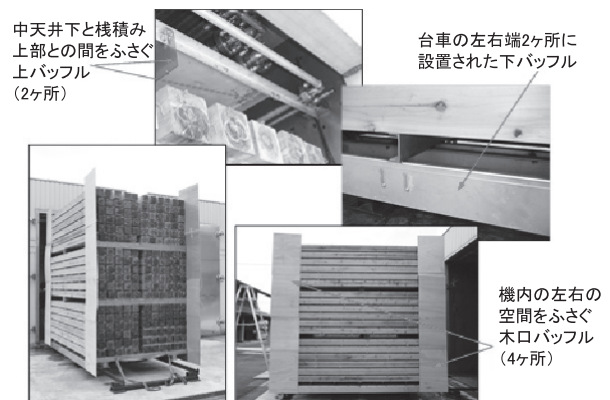


図2 乾燥機栈積み内の気流を改善する邪魔板の設置状況

この課題に取り組む前段階として、経産省九州経済局の事業を使って乾燥機排出蒸気中の精油回収を試み、水冷式の装置を民間の乾燥機に設置していました。二つの課題を通して、乾燥機のエネルギー消費量と実際に木材乾燥に必要なエネルギーとの関係に焦点を当てていました。当時、京都議定書が発効した頃で地球環境問題の観点から、炭素を蓄えている木材が製材となる過程でどの程度炭素を排出しているのか、調査をしています⁴⁾。製材であれば差し引き半分以上の炭素は排出せず貯蔵していることが分かりました。また、原木消費量が1万m³程度の工場と10万m³程度の工場を比較したところ、1m³の原木を加工するのに必要なエネルギーはほぼ同じであることが分かりました。すなわち、大きい製材工場の製材ラインは小型の工場の製材ラインと基本的に性能は同じで、ラインの数が多くなっている、ということです。これには少々驚きました。大型工場は設備も新しく製材機の性能も向上していると期待していたからです。製材過程の中で最もエネルギーを消費する工程は乾燥です。共同研究を行った九州オリンピック工業製の乾燥機には重油流量計が設置してありました。心持ち柱材の高温セット乾燥に必要な重油消費量を明らかにしました。当時は燃料を重油にするか木屑焚きにするか、重油価格の動向と照らし合わせて検討していました。その後、重油価格が高騰したために当然のように木屑焚きにボイラーへ転換が図られました。そのため、木材乾燥に対し省エネルギーを求めることは少なくなったと感じています。

3. 心去り構造材の乾燥性

平成20年を過ぎる頃から林業関係者の間でスギ丸太の直径が太くなってきたと言われるようになりました。確かに、スギ人工林の齢級分布を見ても9齢級(41年生から45年生)がピークで、拡大造林の成果がそのまま経年に伴って推移してきたことが分かります。末口直径30cm以上を大径材と区分していますが、国産材大型製材工場は心持ち柱材が採材できる22~26cmまでの中目材を効率よ

く製材できるように設計されています。このため、大径材は送材車付き帯鋸盤で製材するしかなく効率が劣ります。加えて、心去り構造材が広まらない理由として工務店やプレカット工場の思い込みも強く作用しています。すなわち、「構造材は心持ちが当然」とか「心去り材は曲がるから使えない」などです。スギ丸太内の強度分布や含水率と収縮や変形の関係が正しく理解されていない故の誤解です。心去り構造材の乾燥性を考える上で、含水率の減少に伴って曲がりの大きさがどのように推移するのか把握するのは重要だと考えられます。そこで、心去り正角材を中途半端な人工乾燥した後、室内に置いて曲がりの中央矢高と重量を測定しました⁵⁾。最終的に重量を含水率に換算して検討しました。矢高の発生量を、生材から含水率20%までと20%から15%までの二つの段階に分けて示したのが図3です。図では2段階合計の矢高量別に示しています。矢高量が大きい場合、20%までに発生する矢高量とそれ以降に発生する矢高量がほぼ同じことが分かります。このように、「心去り構造材を曲がらせない」ためにはきちんとした含水率管理が重要で、心持ち材より高度な乾燥技術が要求されると言えるでしょう。

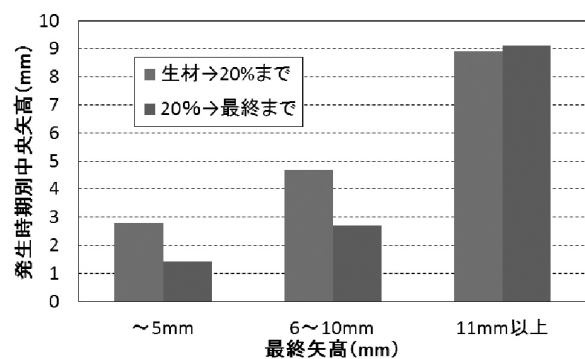


図3 心去り柱材の乾燥過程における曲がり量

4. 材工一体の木材輸出

宮崎県は県産材の販売戦略を平成27年度に定めていますが、そこでは、販路拡大の軸足を海外に移し製材品輸出を戦略的かつ強力に推進することになっています。県産材輸出を支援する県単独事業では、材料と建築技術をパッケージにした「材工一体」で

我が国の木造建築文化そのものを普及、定着させていくことを目標としています。従来は、国内の木材大消費地である首都圏や関西圏で県産材をどのようにして販路拡大するかが施策のポイントでした。方針転換の背景は言うまでもなく人口動態の変化とアジア各国の経済発展です。そして欠かせない技術が軸組構造材を中心とするプレカット加工技術です。韓国にも日本の在来軸組構法に似た伝統的木造建築物「韓屋」があります。歴史的に大陸の技術が日本に伝来し受け継がれたでしょうから、在来軸組構法に対する「違和感」はそれほど大きくないのでは感じます。韓国でも木造建築の技能者が極めて少なく、完成まで一年近く要するそうで建築費の増大に直結するとのこと。対して同じ韓屋をプレカット技術で建てると三か月程度で終わり、韓国の関係者があまりの速さに感激したと聞いています。木材加工や木質構造に関する技術の発展と継承を続けなければならないと強く感じました。このことは、宮崎県木材利用技術センターが設立された趣旨であり、変わることはない使命であると言えます。

5. 終わりに

最後に、林産業の原点である素材生産量の推移を見てみましょう。別格である北海道を除いています。また、広葉樹材も含めた全樹種を対象としています。前回の東京オリンピックが開かれた1964年当時、日本全国の素材生産量は5000万 m^3 以上と2014年の約2.5倍です。針葉樹の割合は70%で現在の89%と比べると広葉樹が多かったことが分かります。また、100万 m^3 以上の素材生産量がある都府県数は12で長野県は200万 m^3 を超えています。現在は宮崎、秋田、大分の3県のみです。50年前の現場は今ほど機械化されていないため人手が頼りだったと思われます。今では機械化が進み林道、作業道が森林施業上必要不可欠な施設になっています。しかし、ここに来て機械化による能率向上も頭打ちになっていると思われます。非常に大まかな指標ですが高性能林業機械一台あたりの素材生産量を平成20年と25年で比較

しました。すると、九州、東北地方の主要な林業県のいずれでも25年の方が19～35%低下しているのです。林業従事者数は積極的な施策もあって近年微増になっていますが、都市への一極集中や少子高齢化を踏まえた抜本的な対策が望まれます。大型化する国産材製材工場へ安定的に丸太を供給できて始めて製材コストの低減が図られるわけで、川上、川下一体となった林業の振興が必要でしょう。

製材企業へ一つ付け加えるなら、JAS材の生産拡大を考えるべきではないでしょうか。国産材製材工場が供給してきた構造材は一般住宅用です。構造計算は必要なく壁量を満たせば建築可能なため品質は規格材相当でも規格外の製材を市場へ供給してきました。しかし、人口減少社会に入り住宅着工戸数の減少は避けられず、需要拡大は見込めません。そこで、低層階の事務所用建物の木造化が国産材振興策として期待されています。中大規模木構造は構造計算が求められるため基準強度が定められているJAS材が必要となります。現状では流通しているのは皆無といって良い状況なので、製材を諦め集成材へと向かっていると思われます。改めて考えれば、他の構造材である鉄骨やコンクリートは当然に規格品を使用しています。木材も規格材であることは当然ではないでしょうか。

参考文献

- 1) 林木の育種「特別号」、48-52、1995
- 2) 科学技術庁委託事業報告書、1995
- 3) 山林、No.1527、31-37、2011
- 4) 木材工業、65(12)、582-585、2010
- 5) 第63回日本木材学会大会要旨集、CD-ROM

(おだひさと：宮崎県木材利用技術センター)

第 24 回日本木材学会 地域学術振興賞を受賞して

城井 秀幸



この度は、第 24 回日本木材学会地域学術振興賞という名誉ある賞を頂き大変光栄に存じます。ご推薦、ご選考に当たられた先生方に深く感謝申し上げますとともに、これまで研究開発や技術普及の現場でご指導、ご鞭撻をいただきました大学および森林総合研究所の先生方、全国公設試験研究機関の皆様、木材協同組合、森林組合をはじめとする関連企業・団体の皆様、職場の上司、同僚の皆様深く感謝とお礼を申し上げます。

昭和 58 年に大分県に採用され、平成 2 年から「大分県林業試験場（現：大分県農林水産研究指導センター林業研究部）」での勤務となり、以後 25 年間、スギを中心とした地域材の利用促進に関する強度性能や木材乾燥などの調査・試験・研究開発を、業界・行政と一体となって行ってきました。



受賞プレゼンテーション(名古屋大学豊田講堂)

今回の受賞は、「九州産スギ材の利用技術開発と地域木材産業振興への貢献」に対していただいたものです。この受賞は、これまで一緒に仕事をしてきた関係者皆様を代表して受け取るもので、大変うれしく思います。この場をお借りし、これまで行ってきた仕事の一端をご紹介させていただくことで、皆様へのお礼に代えさせていただきたいと思います。

最初に、スギ材の強度性能試験についてご紹介します。県の主要造林樹種であるスギ材の実大強度性能を丸太、製材品、集成材及びパネルについて明らかにしてきました。



スギ平角材の実大曲げ試験



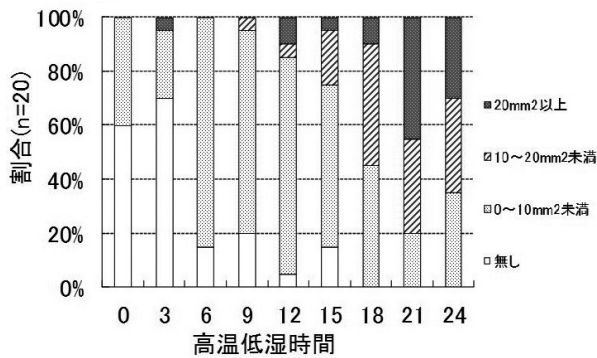
日田高校体育館(スギ丸太アーチトラス造)

特に丸太の強度測定では、(故)黒川哲郎先生が設計されたスケルトンログ工法用の部材供給等を図るため、地域・業界と一体になって数多くの丸太の動的ヤング係数を測定したことを記憶しています。また、正角材や平角材、さらに製品開発に向けた集成材、パネル等の強度性能についてもデータ蓄積を重ねてきました。その成果は、県内の大型木造建築物の設計資料や、梁桁材のスパン表の基礎資料として広く利用されています。

次に、木材乾燥試験についてご紹介します。乾燥試験では、高温低湿処理と天然乾燥等を組み合わせ、内部割れのないスギ・ヒノキ構造材を生産する大分方式乾燥システムの研究開発に従事させていただきました。



大分方式乾燥材の特徴



正角材の高温低湿時間と内部割れ (面積) の関係

当時、表面割れのない高温セット乾燥が長野県の吉田氏や九州大学の藤本氏によって開発され脚光を浴びていました。その頃、林業試験場では、天然乾燥をしている製材業者から割れ防止についての相談が持ち込まれており、この高温セット乾燥を天然乾燥に応用することで、ある程度の表面割れ抑制効果が期待できるとわかりました。その後、九州大学大学院の村瀬教授を会長とする産学官で構成された大分県乾燥材協議会により高温低湿処理と天然乾燥等を組み合わせた乾燥システムが提案され、業界・行政機関を巻き込んだ乾燥システムへと発展していきました。この乾燥システムは、大分県内の製材工場へ技術移転され、大分方式乾燥材と命名された乾燥材は、高品質で

環境に優しい製品として高い評価を受けています。

学会等の活動としては、平成27年度に日本木材学会九州支部大会の運営委員会事務局を אזかり、九州では初となる九州森林学会との共同開催を行いました。講演会では飯島泰男秋田県立大学名誉教授に「山と都市を結ぶ森林」と題してご講演をいただき、両学会員が連携することの大切さを共有できたと思います。



飯島氏講演会から

また、木材セミナーの講師や学校教育の森林・木育授業を通じては、森林・林産業関係者だけでなく、一般の人への森林・木材のPRがとても大切だと感じています。1人でも多くの人に森林や木材の大切さや良さを知ってもらい、森林・木材のファンになっていただきたいと思います。



高校生への森林・木育講義(スーパーサイエンスハイスクール)

最後になりましたが、これから来る木質資源新時代に向け、関係者皆様方の、これまでと変わらぬ、ご指導、ご鞭撻を賜りますよう心からお願い申し上げます。Kiitos !

(きいひでゆき:大分県農林水産研究指導センター 林業研究部)

学会振り返り

第23回日本木材学会九州支部大会（鹿児島） における研究発表動向

《化学・生物（生物化学）分野》

藤田 弘毅



先の第23回日本木材学会九州支部大会（9月12日、13日）において化学・生物（生物化学）分野において発表された内容を、私見を交えるかもしれませんが、また森氏による報告と重複するかもしれませんが、紹介させていただきます。この分野の口頭発表は7件、ポスター発表5件でした（重複して数えています）。

田川（九州大学）らが phase1 で植物細胞壁形成過程についてプロトプラストを出発点として観察しています。このグループは常に「見える」ことを重視して研究を行っており、今回も微小管を遺伝子改変で「見える」化し、その微小管の阻害剤添加によるストレス応答と多糖の蓄積の関係を多数の写真とともに「見える」発表し、細胞壁形成理解の基礎的データとなるものでした。内田（宮崎大学）ら、岡崎（九州大学）ら、段（九州大学）ら、森（福岡県農林試）らの発表は奇しくもタケの利用を強く意識した研究内容でした。気候変動やタケ（あるいは筍）の商品価値の低下による放置竹林の問題は国のレベルでも問題視されており、化学の知見を利用した利用法開発は産（民）学官すべてに関与するテーマとなっています。内田らはタケのヘミセルロースを担子菌による発酵で有用物質に変換しようという目的で、キシランを基質としてその代謝物の消長を報告するものでした。一方、森らはタケ抽出物の抗菌剤としての利用価値を報告しました。岡崎らはタケをソーダ蒸解し、有用な分解生成物を得る目的で反応条件等の検討を行い、段らはPEG・バイサルファイト法によるタケリグニンあるいはタケ成分全体の液化を試みた内容の報告でした。西條ら（九州大学）と本傳（九州大学）らのグループはスギ無垢材を建物全面に使ったものと繊維板

やパーティクルボードにビニールクロスを貼ったものの2棟の実験棟を建て、その居住性、心理に与える影響の研究を行ってきました。西條らは特に今回の発表では両棟における木材揮発成分の季節変動を報告し、香り成分について感覚では無く実験的にも無垢材で香り成分が多いことを示しました。本傳らは両実験棟で人間が生活する状況での季節を通した湿度についてデータ収集を行い、無垢材がヒトの発汗などによる湿度上昇を防ぐことを実証しました。ナノセルロースに関する発表が2件有りました。坪井（九州大学・中越パルプ）らは分子クラスターの粗水面がナノセルロース素材によって異なることを示しました。素材、製造方法によって用途が変わる可能性を示しています。行光（九州大学）らはTEMPO酸化法によって製造されたナノセルロースの動物細胞培養基材への応用を報告しました。元田（宮崎大学）らは木質からワンポットでエタノール発行が可能な担子菌のエタノール発酵経路遮断する遺伝子改変を試み、リグニン分解との関連について検討を行いました。福原（福岡大学）らは生葉あるいは木質抽出物が酵母のエタノール発酵速度に影響を与えるという興味深いデータを発表しました。

木材学会という立ち位置では問題意識を持ち実用化、商業化を意識した研究が多くなるのは当然ですが、同時に基礎的研究も発表されていたことが印象的でした。話題の大隅先生は息の長い基礎研究の必要性を説いていましたが、双方が車の両輪として有機的に結合し、木材学会が文字通り息長く新しいものを創造発展していくことを期待しています。

（ふじたこうき：九州大学大学院農学研究院）

第 23 回日本木材学会九州支部大会（鹿児島） における研究発表動向

《物理・工学分野》

森 康 浩



第 23 回日本木材学会九州支部大会が 9 月 12 ～ 13 日に鹿児島大学で行われました。物理・工学分野については、全体で 17 件の発表中 8 件で、乾燥 1 件、居住性 2 件、保存 3 件、強度 2 件でした。

大分県農林水産研究指導センターの河津らは、約 8 日間の高温蒸気式高周波併用乾燥により、1 辺が 200mm を超えるスギ大断面正角材であっても、2 週間養生後の平均含水率は 14%未満におさえられ、表面割れも内部割れも少ない材に仕上げられることを報告しました。

九州大学の西條らは、室内の揮発性成分の季節変動について、無垢材ハウスと木質ボードハウスとを比較した結果、主成分であるセスキテルペン類の組成に質的な違いはみられないものの、無垢材ハウスでより濃度が高く、冬よりも夏にその傾向が強いという量的な違いがあることを報告しました。同じく**九州大学の本傳**らは、被験者が滞在している条件で両ハウス内の湿度を比較した結果、無垢材ハウスでは季節に関係なく常に湿度が低く、湿度の時間変動も小さく抑えられることを報告しました。無垢材を内装に用いた住まいの快適性について、科学的に証明した貴重な研究でした。

韓国のチョンブク大学校の Park らは、リン酸アンモニウム系難燃剤を含浸させたアカマツとダグラスファー柱材を 1 時間燃焼させた結果、アカマツの方が、炭化速度が遅く、燃焼後の横断面残存率も高いことから、難燃剤の効果が出やすいことを報告しました。**福岡県工業技術センターインテリア研究所の岡村**らは、難燃剤の木材への含浸度をマイクロフォーカス X 線 CT 装置の輝度値で非破壊評価できるかを検討したところ、輝度値と薬剤量は非常に高

い正の相関関係にあることを再確認しました。実際に輝度値から薬剤の材内分布を把握するには、針葉樹と広葉樹の違いを考慮する必要があります。

九州木材工業株式会社の原田らは、木材細胞壁への浸透性を高めるため、分子量が小さいフェノール樹脂を加圧注入することで、スギやヒノキの耐久性を飛躍的に改善した「エコアールウッド」について、使用 17 年が経過したパーゴラをはじめ全国各地の導入事例を紹介しました。国産材の利用をより一層進めていくには、難燃性と耐久性の付与がますます重要になるものと感じました。

鹿児島大学の石川らは、浸水後に 60℃ から 140℃ まで様々な温度で熱処理したスギ材の物性を調べた結果、衝撃曲げ吸収エネルギーは処理温度の影響を受けないものの、動的ヤング係数は 140℃ 処理で未処理に比べ有意に大きくなることを報告しました。

大分大学の田中らは、スギ材が枠組壁工法の部材として利用できる証拠を固めるため、一般的に使用される北米産 SPF と釘接合部の引張強度性能を比較した結果、スギはいずれの釘シリーズにおいても降伏耐力と短期基準耐力が SPF と同等以上であることを報告しました。スギは一般的に動的ヤング係数が低いとされてきましたが、スギの生きる道がまた一つ示されたようで嬉しくなりました。

私は現在、竹やきのこを研究対象としておりますが、学生時代の研究室は木材工学でした。当時に比べ、国産材のポテンシャルがここまで高まったことに驚きつつ、僭越ながら物理・工学分野の研究動向をまとめさせていただきました。

（もりやすひろ：福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター）

[編集後記]

木科学情報 23 巻 3 号をお届けします。巻頭言は、「身を挺して」と過激な？お題で、中尾哲也先生に、ご執筆いただきました。軽快な語り口に、引き込まれます。タイトルの意味も、納得です。九大箱崎キャンパス移転前に、ふと、忘れられつつある当時のファントム事件を思い出しました。常に、私達木材研究者も、身を挺して？未来を切り開きたいものです。是非、ご一読を。福岡県のキノコとして有名な「博多スギタケ」を開発された、金子周平氏が「森のきのこを食卓へ」と題して、大変分かりやすく、キノコ情報をご説明くださいました。そして、長年、スギの育種に多大な貢献をされてこられた白石進先生に、九州のスギ・クローン林業について、過去・現在、そして、未来の道筋まで、示唆に富む内容でご寄稿いただきました。また、第 66 回日本木材学会大会にて、栄誉ある第 24 回地域学術振興賞を受賞された小田久人氏、そして、同地域学術振興賞を受賞された城井秀幸氏に、これまでの多岐にわたる研究を振り返っていただきました。私達、若者が知らない歴史をひもといてくださっています。若い研究者は、特に、必読です！御両人の長年にわたる地域木材産業への多大な貢献が、九州の林業・林産業の発展のドライビングフォースとなったことは間違いありません。最後に、9 月に行われた第 23 回日本木材学会九州支部大会を、藤田弘毅先生と、森康浩氏に振り返っていただきました。まさに、実用化研究と、基礎研究の両輪が、バランス良く多岐にわたるトピックで発表されており、今後の木材学会九州支部の発展を確信させるものでした。2017 年が迫ってきました。木材産業にとって、すばらしい年になりますように！

清水 邦 義

[各種問い合わせ先]

●支部全般に関わること（総務：藤本 登留）

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

●会費，入退会に関わること（会計：一瀬 博文）

E-mail: ichinose@agr.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-642-2994

●木科学情報に関わること（編集：清水 邦義）

E-mail: shimizu@agr.kyushu-u.ac.jp Tel/Fax: 092-642-3002

●支部ホームページ

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

木科学情報 23 巻 3 号

2016 年 12 月 10 日発行

編集人 北 岡 卓 也

発行所 一般社団法人 日本木材学会九州支部

発行人 藤 元 嘉 安

〒 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

サステナブル資源科学講座内

Tel/Fax : 092-642-3002

※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。

