

ISSN 1343-912X

Wood Science in Kyushu

木科学情報

13卷1号 2006



日本木材学会九州支部

目次

執行部便り		
支部長挨拶	村瀬 安英	1
総説・主張		
紙の表面を分子認識する—抄紙系相互作用の新コンセプト—	北岡 卓也	3
レビュー		
品質管理型林業に向けたスギ・ヒノキの成長と木材性質	津島 俊治	7
ミニレビュー		
有機溶媒中での酵素反応	一瀬 博文	11
トピックス		
シンポジウム「竹資源を用いた循環型社会の構築」	服部 芳明	13
ローカルレター		
第1回 火の国熊本発	池田 元吉	15
編集後記		17

執行部便り

支部長挨拶

村瀬 安英



平成18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、九州大学の村瀬安英です。支部規則に謳っている活動目的、すなわち木材学に関連する学術の向上を目指し、加えて九州・沖縄地区における木材工業の進展を図り、ひいては日本木材学会の発展に貢献すべく、微力ながら努力したいと考えています。幸い、近藤隆一郎副支部長を始め、強力な理事・評議員・役員の方々の協力・支援に恵まれており、九州支部活動の更なる発展に向けて邁進したいと思います。会員の皆様におかれては、今後ともお力添えをよろしくお願い申し上げます。

ところで、思い起こすと、九州支部は坂田 功、堤 壽一、大迫靖雄、坂井克己各先生を始め、諸先輩のご尽力により1993年の12月25日の設立総会で正式に発足し、初代の坂田 功支部長のもと1994年から本格的な活動を開始しています。当時の年度計画は、支部大会の開催、支部会員への情報の提供、支部会員の拡大、他の学協会との共催等であり、小生も近藤副支部長とともに企画担当常任理事として「木科学情報」の発行に向けて努力しました。因みに、常任理事として、総務担当は小田一幸先生、会計担当は森田光博先生でした。

このように、九州支部は発足以来12年以上を経過し、その間には活動計画も上記に加え、会員名簿の作成、顕彰制度「黎明研究者賞」の設定、木材学の研鑽及び教育・研修プログラムの実施、インターネットHPの立ち上げ等、より活発で充実したものになったと思います。歴代支部長始め、役員各位のご尽力に対して敬意を表する次第です。その一方で、10年一昔と言うように、九州支部の活動も見直しも必要な時期に差し掛かって

いるかも知れません。本執行部では支部活動の自己点検評価を行うとともに、会員各位からの意見（外部評価）も取り入れながら、活発な支部活動を展開したいと考えています。

さて、農林水産省メールマガジン第184号において、川村秀三郎林野庁長官は平成18年度にあたり「未来に向けた新しい風」と題したメッセージを発信しておられます。以下にそれを紹介します。

『森林・林業・木材産業、依然として厳しい状況ですが、未来に向けて新しい風も吹き始めているのではないかと感じています。地球温暖化対策として、あるいは森林セラピーなどの新しい森林の機能が評価される、ボランティアや企業の森林づくりが進展するなど国民の関心が高まる一方、国内資源の充実などもあって国産材の合板、集成材への利用が急増するなど国産材復活の兆しがみられることです。

これまで低下の一途だった木材自給率は17年には前年の18%台から20%程度に回復する見込みです。こうした風を追い風にすれば森林・林業・木材産業が元気をとりもどすことが可能ではないかと思えます。そのためには関係者が一丸となって、また広く国民の参加を得て取り組む必要があります。

具体的な取り組みとして、まずは国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生です。合板、集成材、プレカットなど川下のユーザーのニーズに応えるには大きなロットでの素材の安定供給体制が不可欠です。また山元での収益を確保するには作業単位の大型化、路網の整備や機械化などにより低コストで持続可能な森林経営を目指さなけ

ればなりません。18年度からはこのような観点から川上から川下まで一体となった新生産システムのモデル事業が始まります。

また国産材市場の一層の拡大も必要です。「木づかい運動」も「国産材、使って減らそうCO2」のコピーの下、盛り上がりを見せつつありますが、皆さんに紙や割り箸、家具など身近なところから木づかいを進めていただきたいと思います。継続は力、ねばり強く取り組み、大きな国民運動にしたいものです。

二つ目は地球規模の環境問題への取り組みです。違法伐採対策や京都議定書への対応です。前者についてはグリーン購入法での対応も始まり、政府の調達するものは今後は適法に伐採された木材からの製品に限定されます。後者の目標達成には今後格段の努力が必要で、財源の確保も必要です。

三つ目は国民のニーズに応えた多様で健全な森林づくりです。花粉症への対応、杉や檜だけでなく広葉樹林化、長い目で森を育てる複層林化の促進、国民参加の森林づくりなどに取り組みます。

四つ目は災害に強い国土づくりです。最近多発する山地災害を考えますと、国民のいのちとくらしを守るため、治山の推進、保安林の適切な管理、水系全体を見据えた森林の整備が必要です。

こうした取り組みにより、国産材がもう一度主役になり子孫に美林を残せる力強い林業・木材産業を復活し、潤いのある豊かなくらしを支える森林の再生を目指していきますので、皆さんのご理解とご支援をよろしくおねがいします。』

以上のメッセージにおいて、具体的な取り組みの最初に、国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生を挙げておられることが画期的であると小生は感じています。これは木材学会関係者が環境と資源の両面から主張する木材（国産材）利用の重要性・必要性が国の行政レベルにおいても理解されたものと推察しています。

ご存知のとおり、九州・沖縄地域はスギ素材生産量の県別上位5～6位に宮崎県のトップを始め、

大分県、熊本県、鹿児島県が入っており、スギの素材生産が活発な上に、豊富な蓄積量を有しています。したがって、国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生は極めて重要な課題であり、昨年の11月に発足した「儲かる林業研究会」のように、外材に対抗できる持続的な生産体制の新しい国内林業モデルの構築を目指した先進的な活動もすでにスタートしています。

これらのことから、国産材の利用拡大と言う追い風の中、木材学会九州支部の果たす役割は極めて大きなものになると確信しています。改めまして、会員各位のご支援をお願いする次第です。

(むらせやすひで:九州大学 大学院農学研究院)

総説・主張

紙の表面を分子認識する —抄紙系相互作用の新コンセプト—

北岡 卓也



1. はじめに

木質系バイオマスの半分を占めるセルロースは、植物細胞壁の骨格を構成する天然高分子で、年間200億トン以上も持続的に再生産されていることから、環境共生社会を支える循環型資源物質としての期待がますます高まっている。特に、セルロース繊維からなる紙は、身近な生物素材として長い利用の歴史があり、リサイクル性も極めて高い優れたエコマテリアルである。

紙は、親水性セルロース繊維の多孔質ネットワークが積層した構造を基本として、多種多様な有機・無機系製紙薬剤によって機能デザインされた複合材料である。特に、繊維分散系（ウェットエンド）の脱水工程直前に製紙薬剤を添加する機能化処理は、パルプ繊維重量当たり0.05~0.5%程度のわずかな薬剤添加で、特別な反応制御や単離・精製工程を経ることなく、脱水・乾燥後の紙全体にもとの性質と相反する撥水性や湿潤耐性の付与も可能な非常に効果的な機能化プロセスであり、製紙技術の枠を超えて注目を集めている。

しかし、近年の資源・環境問題への配慮から、古紙繊維の再利用やプロセス用水循環系の閉鎖によって抄紙系内の化学環境は著しく悪化しており、蓄積した妨害物質による製紙薬剤のパルプ繊維への歩留まり阻害が深刻化している。従来の抄紙系では、セルロース繊維と製紙薬剤間に働く静電相互作用を駆動力として薬剤定着を促進していたが、非特異的な静電引力では系内の荷電を帯びた汚染物質とセルロース繊維との区別がつかないので、無駄な薬剤消費とそれに伴う機能不全を根本的に解決することができない。

本稿では、プロセス環境に依存しない紙材料の新

しい設計コンセプトとして、セルロース繊維と水の界面における「分子認識」様の相互作用を見出し、抄紙系での利用を試みた研究例を紹介する。水の中でセルロース繊維のみを正しく認識できれば、汚染物質の妨害を受けずに紙材料への効率的な薬剤定着が可能になり、それに伴う紙の新たな機能創出の可能性も広がると期待される。

2. 多糖分解酵素の基質認識能

酵素の基質認識は、しばしば「鍵と鍵穴」で表現されるように極めて特異的かつ選択的な性質であり、セルラーゼもセルロースのみを分子認識して加水分解する。そこで、セルロース分解酵素の基質結合部位（Cellulose-Binding Domain: CBD）の分子機能に着目し、抄紙系での利用を検討した。

まず、*Trichoderma viride*由来のセルラーゼを制限酵素パパイニンで消化処理してCBDと触媒ドメインを切り離し、CBDのみを自己定着性を持たないアニオン性ポリアクリルアミド（A-PAM）に導入した。そ

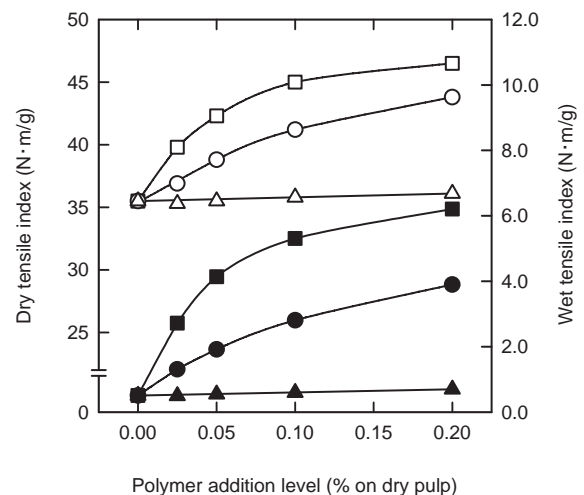


図1 手抄き紙の乾燥および湿潤引張強度
CBD-A-PAM (○, ●), PAE (□, ■),
A-PAM (△, ▲): 白 乾燥, 黒 湿潤

表 1 広葉樹手抄き紙の引張強度と添加薬剤の歩留まり量

Polymer	Blank		Polymer added, 0.4% on dry pulp				
	TS	Tap water		Conductivity, 4 mS/cm		Cationic demand, 100 µeq/L	
		(% increment) ^{※1}	R	TS (% increment) ^{※2}	R	TS (% increment) ^{※2}	R
CBD-A-PAM (from <i>T. viride</i>)	35.7 ± 2.9	43.6 ± 0.6 (+22)	38.7	44.8 ± 1.1 (+3)	45.1	43.4 ± 1.5 (-1)	38.0
CBD-A-PAM (from <i>T. reesei</i>)		44.7 ± 2.0 (+25)	n.d.	38.5 ± 0.8 (-14)	12.0	43.7 ± 0.7 (-2)	20.6
XBD-A-PAM		45.0 ± 0.4 (+26)	36.5	39.0 ± 1.1 (-13)	20.5	40.8 ± 1.6 (-9)	31.8
PAE		44.7 ± 1.2 (+25)	98.6	36.6 ± 2.1 (-18)	50.2	38.9 ± 1.5 (-13)	n.d.

TS: 引張強度 (Nm/g), R: 歩留まり (%)

※1 パルプ紙との相対強度比 (%)

※2 0.4%薬剤添加紙との相対強度比 (%)

の結果、未修飾の A-PAM は紙繊維に全く定着せず、紙力向上にも寄与しなかったが、CBD-A-PAM は添加量に伴って紙力増強効果を発現した (図 1)。また、自己定着性高分子 PAE が歩留まり・紙力ともに著しく阻害を受ける汚染条件下においても、CBD-A-PAM は極めて良好な定着性と紙力効果を示した (表 1)。つまり、セルラーゼから単離した CBD が、セルロース繊維基質への優れた定着促進分子 (アンカー分子) として機能することが明らかとなった。

T. reesei 由来セルラーゼや、パルプ繊維表面に残存するヘミセルロースへのアフィニティも考慮して、*Thermomyces lanuginosus* 由来キシラナーゼの多糖結合ドメイン (XBD) についても検討したところ、広葉樹繊維と針葉樹繊維で異なる定着挙動と紙力効果を示した (広葉樹: 表 1, 針葉樹: データ未掲載)。このような効果の違いは、それぞれの酵素が持つ基質認識と結合様式の違いに起因していると思われる。製紙薬剤分子によるパルプ繊維表面の組成認識が可能になれば、複合繊維材料の特定部位のみを機能改質する新しい材料設計への展開も可能になる。

次に、CBD とセルロース基質間に働くナノ相互作用力について、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた液中フォースカーブ測定により解析した。CBD 修飾 AFM プローブは、CBD 配列をコードした市販のベクター pET-38b (+) を大腸菌 BL21 (DE3) pLysS に形質転換して、His-tag 含有 CBD タンパク質として発現させ、Dithiobis(C₂-NTA) を介して Au コート Si₃N₄ 製 AFM

プローブに修飾することで得た。未修飾プローブや CBD 修飾プローブとシリコンウェハ基材間に特別な作用力は見られなかったが、CBD 修飾プローブとセルロース膜間には非常に大きな界面作用引力が検出された (表 2)。また、6 mM CaCl₂ 水溶液中でも CBD とセルロース膜間の相互作用力はほとんど変化せず、今回用いた CBD が多価イオンによる機能阻害を受けないことが示された。本手法は、抄紙プロセスの化学環境をモデル的に制御しながら、様々なセルロース基質との相互作用を定量的に評価することが可能であり、新しい抄紙系相互作用力としての非共有結合性分子間力の検出に有用である。

表 2 CBD 修飾プローブとセルロース基質界面に働く相互作用引力

AFM probe	Au-coated Si ₃ N ₄			
	Au-Dithiobis (C ₂ -NTA)-CBD		Cellulose film/Ca ²⁺	
Substrate	Silicon wafer	Silicon wafer	Cellulose film	Cellulose film/Ca ²⁺
Force (nN)	1.6	1.7	6.3	6.5

3. セルロース直接染料のアンカー効果

ウェットエンドでセルロース繊維を基質認識して定着するアンカー分子として、アニオン性物質でありながら負に帯電した紙繊維を染色するセルロース直接染料に着目した。多環芳香族化合物の直接染料の中には、混合繊維系においても紙繊維のみを優先的かつ選択的に染色するものがあり、このような染

色座位の識別は一種の分子認識と考えられている。

まず、代表的なセルロース直接染料の Direct Red 28 (DR28) を、共有結合で A-PAM に導入した (DR-A-PAM)。セルロース繊維に対して自己定着性を示さない A-PAM と、セルロース定着能は持つが紙力剤として機能しない DR28 は紙力に全く寄与しなかったが、DR-A-PAM はアニオン性であるにもかかわらず負に帯電したパルプ繊維に定着し、紙力も著しく増大した (図 2)。一般的な製紙薬剤が機能不全に陥る有機物汚染に対しても、DR-A-PAM は定着および機能阻害を全く受けなかったが、 Ca^{2+} イオンに対する抵抗性は低かった (データ未掲載)。

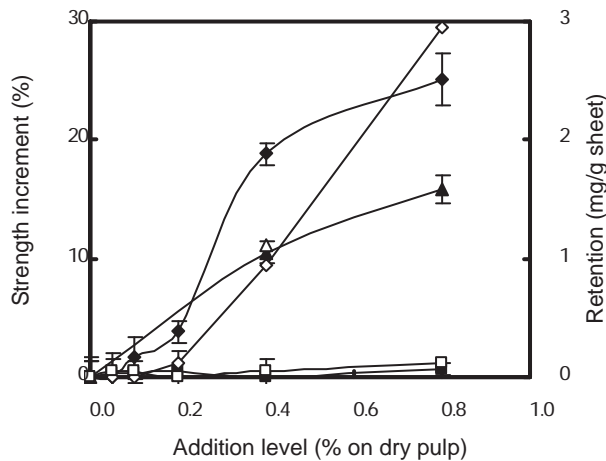


図 2 アンカー分子導入 A-PAM の紙力効果 (黒) と薬剤歩留まり (白): DR-A-PAM (菱形), CB-A-PAM (三角), A-PAM (四角)

次に、セルロース基質に対する DR28 のアフィニティについて、セルロース | 薄膜をセンサーチップに用いた表面プラズモン共鳴 (SPR) 分析により検討した結果、DR28 分子はセルロース膜表面に強い結合作用を示した (図 3)。その解析結果から、一般的な酵素-基質複合体の結合定数が 10^2 – 10^6 M^{-1} 程度であるのに対して DR28 は $7.7 \times 10^5 \text{ M}^{-1}$ となり、極めて強固なセルロース結合能を有していた。従来の製紙薬剤の定着相互作用が静電引力に依存しているのに対して、アニオン性の DR-A-PAM はイオン反発を上まわる相互作用引力で負に帯電した紙繊維表面に定着して

おり、新規な抄紙系相互作用として興味を持たれる。

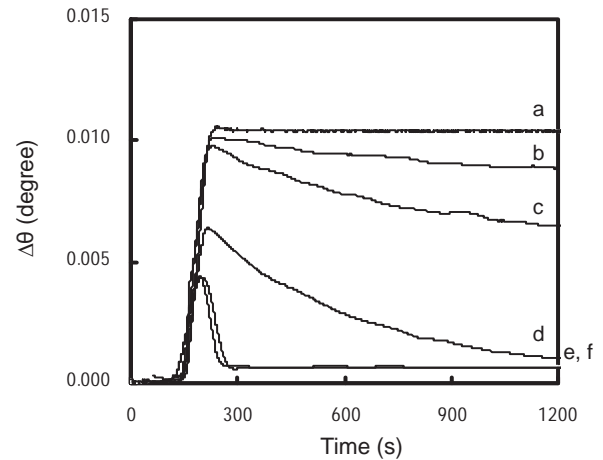


図 3 SPR センサグラム (基質: セルロース) DR28 (a), セロヘプタオース (b), CB-A-PAM (c), 未修飾 A-PAM (d), セロビオース (e), セロテトラオース (f)

4. セロオリゴ糖のアンカー機能

セルロース分子は、規則的な分子内・分子間水素結合で形成される疎水面のパッキングにより、水系でも極めて安定に存在する。この相互作用力を紙繊維へのアンカー機能として利用するために、セルロース構成糖の分子機能を検討した。

グルコース、セロビオース、セロテトラオースおよびセルロースのリン酸加水分解物であるセロオリゴ糖 (DP 7) と、セロビオースを A-PAM に導入した CB-A-PAM について SPR で分析した結果、グルコースユニット数が 1, 2, 4 のものはセルロース膜と全く作用しなかったが、セロオリゴ糖は極めて高いアフィニティを示した (図 3)。また、A-PAM についてもセルロース膜との作用は見られなかったが、CB-A-PAM はセルロース膜との収着が定常状態となった後も、膜表面への明瞭な吸着が認められた。この結果から、セロビオースおよび A-PAM 単独ではセルロース結合能を持たないが、CB-A-PAM では分子内の複数のセロビオース分子がセルロース分子鎖と多点で相互作用し、セルロース基質へのアンカー機能が初めて発現する興味深い現象が示された。このセルロース構成糖の作用機序については、低置換度のカルボキシメチルセルロースに見られるセルロース

繊維への特異的な定着現象と共通点がある。CB-A-PAM は良好な歩留まりや紙力効果も認められており (図 2)、セロオリゴ糖モジュールの優れたウェットエンド機能が示された。

次に、主鎖の荷電基の影響を詳細に検討するために、セロビオースと塩化アクリロイルで *N*-アクリロイルセロビオシルアミンマクロマーを合成し、アクリルアミドとの共重合反応によりノニオン性の CB-PAM を得た。CB-PAM も CB-A-PAM と同様に紙繊維に対して高効率で定着し、紙力強度も著しく向上した。SPR 分析の結果、明瞭なセルロースアンカー効果を発揮することが示され、その定着力は CB-A-PAM を上まわった (表 3)。次に、電気伝導度の高いモデル汚染抄紙系 (20 mM CaCl₂ 水溶液) において、セルロース | 薄膜との界面相互作用を評価したところ、アニオン性主鎖を有する CB-A-PAM は、Ca²⁺により定着が著しく阻害されたが、ノニオン性の CB-PAM はほとんど影響を受けることなくセルロース膜基質に定着した。CB-PAM は主鎖内部の静電反発がないため、作用部位の構成糖がより近接することになり、かつイオンの影響を受けやすい荷電基を持たないため、優れたセルロースへの定着性能が発現したと考えられる。以上の結果より、セロビオース分子モジュールがアンカー分子として利用可能であり、生体機能糖鎖にしばしば見られる構造相補性や多点相互作用を、抄紙系で「分子認識」様機能として利用することが可能であった。

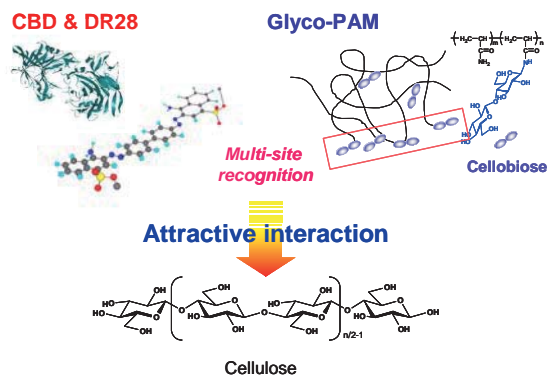
表 3 セルロース基質へのアフィニティ[※]

	Pure Water	20 mM CaCl ₂
CB-PAM	0.711	0.672
CB-A-PAM	0.653	0.264
A-PAM	0.149	0.151

[※] セルロース親和性指数 ($\Delta\theta_{\infty}/\Delta\theta_{\max}$)
 $\Delta\theta_{\infty}$: 定常状態での共鳴角の変化量
 $\Delta\theta_{\max}$: 共鳴角の最大変化量

5. おわりに

「セルロースの分子認識」に基づく新規な製紙薬剤定着システムの構築に向け、2 つの異なる機構に基づく非静電的なウェットエンド相互作用を見出した。まず、多糖分解酵素の基質結合部位や直接染料のような自己定着性のアンカー分子は、汚染環境下においても優れた機能を発揮し、セルロース基質の特定部位を機能改質する可能性が示唆された。さらに、セロビオースのような単独では相互作用を示さないが、複数の糖鎖ユニットがセルロース基質と構造相補的に多点相互作用することで、初めて強力な定着能を発現する一種のクラスター効果が示された (下図)。



今後は、本研究で見出した非共有結合性の分子間力を実際の抄紙系相互作用として機能利用する試みに加えて、構造的な多糖類の自己会合現象を駆動力とする多糖固体界面の分子認識様相互作用を、紙材料表面への生体機能糖鎖のソフトな修飾などに応用して機能的イノベーションを図る新しい生物繊維材料機能学に展開していきたい。

(きたおか たくや: 九州大学大学院農学研究院)

品質管理型林業に向けたスギ・ヒノキの成長と木材性質

津島 俊治



1. はじめに

スギおよびヒノキはわが国の最も有用な造林樹種であり、それらの木材性質の変動把握は木材利用に必要な品質管理に極めて重要と考えられます¹⁾。この木材性質の変動要因には、遺伝的要因と人為的な施業を含む立地・環境要因があげられ、育林過程における立地・環境条件の調節は難しいが、同じ遺伝子型の苗木を増殖・植栽し、遺伝的要因の影響を排除することは可能です。また、品種はその成立過程から地域品種と栽培品種に大別されます²⁾。前者はアキタスギなど天然分布の品種で遺伝的な変異を多く内在するため個体ごとに特性が異なります。後者は、1)人為的な淘汰で小さな変動幅にした集団、2)優良個体をさし木など栄養繁殖により増殖した集団に分けられ、多くは2)に該当し、2)の複合クローンと単一クローンのうち、後者は遺伝的に均一で種々の特性変動幅は極めて小さいと推測されます。

さて、九州においては古くから多数のスギ在来品種が成立しています²⁾が、森林造成や木材利用を有利にしたいという森林所有者の期待が反映されるため、林業現場で植栽されるスギ品種は時代とともに変化しています。たとえば、建築用構造材や集成材など今後の多様化・高度化する木材利用に適するための高い強度性能をもつ品種や木材乾燥に有利な低い心材含水率の品種などがあげられます。しかし、スギには多数の栽培品種や地域品種が存在し、それらの木材性質が品種・クローンや地域等によって大きく異なることや異名同品種などが存在し正確な品種同定が困難とされてきた³⁾ことなど多くの課題があります。

一方、ヒノキ材は、土台、柱など建築用材として根強い需要がありますが、将来的には集成材を含む多様なニーズを想定する必要があります。しかし、林業現場では大きな変動幅が予想される実生苗による林業が展開され、多様化・高度化する木材利用に対応したヒノキ材生産とは言い難い現状です。近年、小型さし穂を用いたヒノキ育苗技術が向上しさし木苗生産が容易となり、育林特性や形態の形質に強度、材色、加工性といった木材利用に適した遺伝的特性を加味した選抜・増殖の必要性が提唱されて

います⁴⁾。

さらに、林木の成長や材質のコントロールを目的とする森林施業、すなわち植栽方法や保育方法等が木材性質へ影響することが考えられます。今後、品種・クローン等の遺伝性に起因する木材性質はもちろんのこと、森林施業が木材性質に及ぼす影響も明らかにし、それらの情報を育種あるいは林業生産現場へフィードバックしていくことが重要です。

そこで、スギおよびヒノキの品質管理型林業の実践に向けて、それらの成長と木材性質の樹幹内変動、林分内変動、林分間変動および種内変動を把握するとともに、それらの木材性質に影響する諸要因との関係を明らかにすることを目的に研究したので、その概要を紹介します。

2. 実生林とさし木林における木材性質の変動

2.1 材料と方法

大分県下の実生ヒノキ3林分とさし木のナンゴウヒ2林分を対象に、あらかじめ改良CTAB法⁵⁾によりRAPD分析に供し実生林かクローン林かを確認した。その後、各林分の平均木20個体の成長量、丸太動的ヤング率および胸高部位の生材含水率、容積密度、心材色、仮道管長、曲げヤング率、曲げ強さを測定した。丸太動的ヤング率は、地上高0.2mから上方へ2m間隔に玉切った皮付き丸太の密度とFFTアナライザーを用い縦振動法により測定した一次固有振動数から求めた。生材含水率と容積密度は、厚さ約3cmの円盤から髓を中心とする扇形試料を切り出し、髓から5年輪毎に測定した。仮道管長は、まず各林分1個体の髓から1年輪毎の晩材試験片をSchulze氏液で解繊、サフラニン染色の後、万能投影機で1年輪50本の長さを測定し、その結果に基づき各林分20個体の17年輪目の晩材仮道管長を同様に測定した。次に、地上高1.2-2.2mの髓を含む厚さ30mmの柁目板を気乾状態にした後、厚さ25mmにプレーナー加工し、 $L^*a^*b^*$ 表色系で心材色を測定した。その後、髓から15年輪目付近から無欠点小試験体を作製し、曲げ試験を行った。

2.2 各林分のDNA分析結果と胸高直径の変動

実生由来の3林分は、16個体全てが異なるDNA型を示し実生林であった。一方、ナンゴウヒ林は、全

個体が同一DNA型を示した単一クローン林と5種類のDNA型が観察された複合クローン林であった。胸高直径年平均成長量、間伐回数および立木残存率を考慮しても、ナンゴウヒ林の胸高直径変動(13%弱)は実生林(20%前後)より小さかった。

2. 3 胸高部位における容積密度、生材含水率および晩材仮道管長の林分内変動

胸高の容積密度は、各林分とも同様の放射方向変動を示し、それらの変動係数が実生林(約6-9%)とナンゴウヒ林(約3-4%)で異なった。扇形試験片から推定した円盤の容積密度は、平均値に林分間差が認められ、変動係数がナンゴウヒ林(2.1%)と実生林(5.9-7.0%)で異なった。次に、胸高の心材含水率は、平均値が5林分とも30%台で、単一クローン林の変動係数が最も小さかった。辺材含水率は、辺材容積密度に起因した値を示し、その変動係数は実生林(9.9~12.5%)に比べナンゴウヒ林(約5%)が小さかった。さらに、胸高の晩材仮道管長は、いずれも髄からの年輪数の増加に伴って増大し15年輪目付近から安定する放射方向変動を示したため、髄から17年輪目の晩材仮道管長を測定し比較した。晩材仮道管長は、ナンゴウヒ林(平均値2.9mm台、変動係数3%弱)と実生林(平均値2.54-2.76mm、変動係数5.7-7.0%)の間に長さバラツキの差異が認められた。ナンゴウヒ2林分の胸高直径成長量の年平均値が2倍も異なるが、晩材仮道管長に差が認められなかったことから、仮道管長に及ぼす成長量の影響は小さいと推察された。

このように胸高の容積密度、生材含水率および晩材仮道管長の変動係数がナンゴウヒ林と実生林で異なった理由は、ナンゴウヒの単一クローンが遺伝的変異の無い個体群であり、クローンコンプレックスであっても変異が小さかったためと推測された。

2. 4 樹幹動的ヤング率、気乾密度、曲げヤング率、曲げ強さの変動

各丸太番号の動的ヤング率は、実生林とナンゴウヒ林の間に平均値と変動係数に大きな差が認められなかったが、その樹高方向変動には両者間に違いが認められた。すなわち、1番丸太の動的ヤング率に対する2番丸太の比は、ナンゴウヒ林(平均1.01)より実生林(平均1.27)が大きく、実生林の樹高方向変動が大きいことが示唆された。この原因は、増殖方法の違いによる地際付近の樹形や仮道管二次壁中層のミクロフィブリル傾角など木材性質の相違が関与していると考えられる。曲げ試験の結果では、各林分の植栽密度や林齢などの生育条件が異な

っているため、ナンゴウヒ林と実生林の気乾密度、MOEおよびMORの各平均値の間に差は認められないが、変動係数はいずれもナンゴウヒ林やや小さかった。とくに、単一クローンからなるナンゴウヒ1林の変動係数は最も小さな値を示した。

3. スギ在来品種の成長と木材性質

3. 1 材料と方法

大分県湯布院町の22年生スギ品種展示林の27品種を対象に、まずMuPS分析を行いデータベース³⁾と照合し品種²⁾を同定した。毎木調査で胸高直径を測定し、品種平均木3個体を供試木に選び、前項と同様に樹幹解析、樹幹動的ヤング率、容積密度、生材含水率、材色、縦圧縮強度、曲げ強度を測定した。

3. 2 MuPS分析による品種同定とスギ在来品種の成長特性

MuPS型データベースとの照合結果、5品種がデータベースに存在せず、3品種が同じMuPS型を呈し同一品種であると推察され、一致した16品種を対象とした。スギ品種の材質研究におけるDNA分析の必要性を認めた。次に、平均胸高直径は、15.7-23.7cmの範囲で、早生型品種が大きく、晩生型品種が小さかった。各品種の成長量は、胸高直径総成長量が14.1-21.1cm、樹高総成長量が11.7-17.8m、単木材積総成長量が0.080-0.261m³であり、それぞれ約1.5倍、約1.5倍、約3.3倍の品種間差が認められた。

3. 3 スギ在来品種の容積密度、生材含水率、材色

地上高0.2-8.2mの容積密度は、品種間と地上高間に高い有意差が認められ、品種の分散寄与率が地上高より大きかった。樹幹の平均容積密度は、晩生型品種のホンスギが最小品種の約1.3倍を示し、地上高が2m増すごとに1.2-3.2%ずつ増大する樹高方向変動を示した。次に、生材含水率は、心材や辺材とも品種内では極めて類似し、心材含水率に顕著な品種間差が認められた。スギ樹幹内の生材含水率は、品種あるいは樹幹部位で異なることや心材含水率が品種固有の遺伝的性質であるとされており、本研究でも顕著な品種間差が示された。さらに、心材の L^* 、 a^* 、 b^* に品種間差が認められ、心材 a^* の変動係数が高かった。心材 L^* と心材 a^* の間に負の相関が認められ、心材 L^* が低い黒心品種とそれが高い赤心品種が存在した。心材 L^* と生材含水率の間に負の相関関係が存在し、心材色の濃い品種ほど心材含水率は高いことが示唆された。

3. 4 スギ在来品種の樹幹動的ヤング率、縦圧縮強度および曲げ強度

樹幹動的ヤング率の品種間差と地上高間差が認められ、分散寄与率は品種が大きかった。5番丸太までの平均動的ヤング率は、クモトオシが最大(7.02GPa)で最小品種の約1.8倍であった。1番丸太と2番丸太の動的ヤング率の比は、全品種平均が1.26で、中生型・晩生型品種が早生型品種より大きく、樹高方向変動が既報⁶⁾で指摘されているような品種固有の特性であると推察された。

次に、縦圧縮強さで1.4倍、曲げヤング率で2.5倍、曲げ強さで1.4倍、曲げ仕事量で4.2倍の品種間差が認められた。曲げ荷重-たわみ線図から、早生型品種は曲げヤング率が大きく、塑性域に入ると直ちに脆性的に破壊し、中生型および晩生型品種は曲げヤング率が総じて小さく、低い応力状態を維持し極めて大きなたわみの後に破壊する傾向が認められ、曲げ荷重に対する挙動がスギ品種固有の木材性質と推察された。

4. ヒノキ精英樹クローンの木材性質

4. 1 材料と方法

大分県天瀬町の33年生ヒノキ精英樹50クローンを対象に、毎木調査により胸高直径を測定した後、各クローンの平均木を供試材とし、前項と同様に動的ヤング率、容積密度、生材含水率、材色を測定した。

4. 2 精英樹クローンの容積密度、生材含水率、樹幹動的ヤング率および材色

胸高部位の容積密度は、全クローンとも随近くで高く、低下した後再び漸増する放射方向変動を示し、円盤平均が308-428kg/m³の範囲で、その変動係数が既報⁷⁾とほぼ同じ6.6%であった。次に、胸高の生材含水率は、心材が28-53%、辺材が117-255%、円盤平均が59-123%であった。さらに、樹幹動的ヤング率は4.9-11.3GPaの範囲で、その変動係数が10%前後であり、1番丸太が2番丸太より7.4%高い樹高方向変動を示した。続いて、辺心材別の L^* 値、 a^* 値、 b^* 値は、いずれも7.1-8.7の狭い範囲にあり、心材 L^* と心材 a^* および心材 b^* との間に高い相関関係が認められた。

4. 3 主成分分析による優良クローンの検討

主成分分析によりヒノキ精英樹50クローンの優良クローンを検討した。使用変量は、胸高直径、曲り特性、枝特性、容積密度、動的ヤング率および心材 a^* の6変量であり、形態特性の変量は23年生時のデータを用いた。第1主成分は、寄与率が28.9%で、動的ヤング率と容積密度が大きく成長の劣る主成分である。同様に、第2主成分が心材 a^* と容積密度

の大きい主成分、第3主成分が曲りや枝の大きい主成分、第4主成分が胸高直径の大きい主成分である。これらの主成分では成長量や形態特性よりも材質特性の影響が強かった。各主成分のスコア散布図から強度性能に優り心材色の濃いグループなど5つのグループ化を試みた。

5. スギ品種の成長と木材性質へ及ぼす植栽密度の影響

5. 1 材料と方法

大分県九重町にある28年生のスギ品種別・植栽密度別比較試験林から材料を得た。この試験林は、実生スギとスギ在来品種9品種が1500本/ha、3000本/ha、5000本/haの3段階の密度で植栽され、これまで一度も間伐が行われていない。実験に先立ち、MuPS分析を行いデータベース³⁾と照合し品種同定した結果、3品種が不一致で、実生スギを除くイワオ、ヒノデ、ヤマグチ、ヤイチ、シャカイン、ヤブクグリを対象とした。毎木調査により胸高直径を測定した後、隣接区の影響を排除するため各試験区の中心に近い位置から平均木3個体を供試木に選び、前項と同様に樹幹解析、樹幹動的ヤング率、容積密度、生材含水率、材色、縦圧縮強度および曲げ強度を測定した。

5. 2 成長に及ぼす植栽密度の影響

各植栽密度の全品種平均残存率は植栽密度の高い試験区ほど小さく、品種別にはヤブクグリが最も高く、早生型品種が小さかった。総成長量では、胸高直径と単木材積は植栽密度の高い試験区ほど小さく、品種間では早生型品種が大きく、中生型品種が小さかった。植栽密度と品種を要因とする成長指標の分散分析を行った結果、胸高直径と単木材積では、それぞれに品種、植栽密度および交互作用に有意差が認められ、分散寄与率はいずれも品種が植栽密度より顕著に大きかった。したがって、肥大成長と材積成長へ及ぼす植栽密度の影響は認められたものの、品種の影響に比べて小さいと考えられた。標準木の材積と残存率から算出した1ヘクタール当たりの推定材積は、1500本区が386m³、3000本区が499m³、5000本区が584m³で全品種とも植栽密度と正の関係にあり、品種と植栽密度によって材積成長のコントロールが可能であることを示唆した。

5. 3 容積密度、生材含水率および心材色へ及ぼす植栽密度の影響

品種やクローンによって容積密度が異なることは既に数多く報告⁷⁾されている。品種、地上高、植栽密度を要因とする分散分析を行い植栽密度の影響

響を検討した。未成熟材では品種、地上高、植栽密度と交互作用に有意差が認められ、成熟材では品種、地上高、植栽密度と交互作用に有意差が認められたが、両者とも品種の分散寄与率が最も高かった。したがって、容積密度に及ぼす植栽密度の影響は成熟材でわずかに認められるものの、品種の影響に比べると顕著に小さかった。

次に、心材含水率は品種によって異なり⁸⁾、品種によって異なる樹高方向変動が存在した。品種、地上高、植栽密度を要因とする分散分析を行い植栽密度の影響を検討した。心材含水率は、3要因と2交互作用に有意差が認められたが、植栽密度の分散寄与率は小さかった。辺材含水率は、品種、植栽密度および交互作用に有意差が認められ、品種の影響が極めて大きかった。

さらに、スギの心材色は品種・クローンによって異なり、明度の変動が大きいとされている⁹⁾。心材色へ及ぼす植栽密度と品種の影響を分散分析により検討した。心材 L^* と心材 a^* では植栽密度に有意差が認められ、植栽密度の高い試験区ほど心材 L^* が大きく心材 a^* が小さいが、品種の分散寄与率に比べ低かった。心材 L^* と心材含水率の負の相関から、心材 L^* が品種や植栽密度に起因する心材含水率の影響と推察された。

5. 4 スギの樹幹動的ヤング率と力学的性質へ及ぼす植栽密度の影響

スギの樹幹動的ヤング率は、品種やクローンによって異なることや樹高方向変動に品種特性があり地上高の低い部位より上部のほうが大きいこと、バラツキが大きいことなどが報告⁶⁾されている。本研究でもその品種間差が認められ、1番丸太の品種平均値が2.6-5.8GPaを示し、ヤブクグリを除く5品種では植栽密度の高い試験区ほど高かった。植栽密度、丸太番号、品種を要因とする分散分析を行い植栽密度の影響を検討した。各要因と交互作用に有意差が認められ、分散寄与率は品種の56%に比べ植栽密度が6%と低く、植栽密度の影響が品種より小さいことが示唆された。

次に、髓から15年輪目付近の無欠点試験体の力学的性質について品種と植栽密度の影響を分散分析により検討した。全ての力学的性質に品種間差が認められたが、植栽密度は縦圧縮強さと曲げヤング率にだけ有意差を認めた。いずれの分散寄与率も植栽密度より品種が顕著に高く、植栽密度よりも品種に強く影響されることが示唆された。ヤブクグリを除く5品種の縦圧縮強さ、曲げヤング率および曲げ強

さは、植栽密度の高い試験区ほど高かったが、ヤブクグリでは逆に小さかった。ヤブクグリが他の5品種と逆の傾向を示した理由は不明だが、仮道管二次壁中層のミクロフィブリル傾角⁹⁾や年輪構造を検討する必要がある。

6. スギ品種の木材性質へ及ぼす林齢の影響

6. 1 材料と方法

大分県下の間伐期と主伐期にあたるヤブクグリ、アヤスギ、オビアカの3品種5林分を対象とした。各林分の平均木3個体を供試木とし、間伐木は地上高0.2mから2mごとに、主伐木は地上高0.2mから4mごとに玉切り、前項と同様の方法で丸太の動的ヤング率を測定した。

6. 2 スギ品種の樹幹動的ヤング率の林齢間差と樹高方向変動に及ぼす林齢の影響

各品種の丸太番号別の動的ヤング率は、いずれも主伐木が間伐木に比べ大きな値を示し、品種によって林齢間および樹高方向変動に違いが認められた。ヤブクグリは動的ヤング率は、間伐木に比べ主伐木が顕著に大きく、両者とも地上高に比例して著しく高くなる傾向を示した。アヤスギはヤブクグリとほぼ同様の傾向を示したが、オビアカでは全個体ともおおむね同じ水準で推移し林齢間差が認められなかった。

そこで、地上高2m、5m、10m、20mにおける動的ヤング率の推定値を求め、品種間差と林齢間差を検討した。主伐木の動的ヤング率は、ヤブクグリがそれぞれ間伐木の1.86倍、1.69倍、1.58倍と顕著に高く、アヤスギも2.16倍、1.91倍、1.88倍と著しく高かったが、オビアカでは1.11倍、1.08倍、1.24倍と大きな差が認められなかった。このように、スギの樹幹動的ヤング率は、品種によって値と樹高方向変動が異なり、それに及ぼす林齢の影響も品種によって異なると推察された。

参考文献

- 1) 堤壽一：林木の育種，164，8-11 (1992)
 - 2) 宮島寛：“九州のスギとヒノキ”，九州大学出版会，福岡，1-275，(1989)
 - 3) 久枝和彦ら：九大農学部演報，84，59-71 (2003)
 - 4) 小田一幸：林木の育種，特別号95，38-41 (1995)
 - 5) 白石進ら：日本林学会誌，77，429-436 (1995)
 - 6) 山下香菜ら：木材学会誌，46 (6)，510-522 (2000)
 - 7) 古賀信也ら：九大農学部演報，66，55-68 (1992)
 - 8) 河澄恭輔ら：九大農学芸誌，46 (1・2)，79-84 (1991)
 - 9) 平川泰彦ら：木材学会誌，43 (9)，717-724 (1997)
- (つしま しゅんじ：大分県農林水産研究センター)

有機溶媒中での酵素反応

一瀬 博文



はじめに

木材腐朽担子菌は、グリーンバイオプロセスを可能とする有用微生物として注目されている。近時、遺伝子工学的に機能改変したリコンビナント酵素の創出も可能となり、担子菌酵素を利用した実用プロセスへの期待が高まっている。

酵素反応は、常温・常圧条件下での基質高選択的変換を可能とする反面、有機溶媒などの非水系媒体中で容易に変性・失活してしまうなどの問題点もある。難水溶性化合物をターゲットとする物質変換システムには、反応媒体として有機溶媒を必要とすることから、非水系酵素反応技術の確立は酵素機能の高度利用へ向けた重要な課題と言える。有機溶媒中での酵素反応が可能となれば、バイオレメディエーションや有用物質生産など、様々な分野での応用が期待される。

本稿では、担子菌由来ラッカーゼおよび土壌細菌由来シトクロム P450 モノオキシゲナーゼを例として、逆ミセル法を利用した非水系バイオテクノロジーについて紹介したい。

ナノ分子集合体 ～逆ミセル～

逆ミセルは、界面活性剤・有機溶媒・微量水から形成されるナノサイズの分子集合体である。界面活性剤を溶解した有機溶媒に微小水を滴下注入すると、界面活性剤分子が親水部を内側に向けして自己組織化し、安定な分子集合体を与える。逆ミセル内部には water-pool と呼ばれるナノメートルサイズの内核水相が存在し、界面活性剤により外部有機相との接触が制限されている (図-1)。このような構造的な特徴から、water-pool 中に包括された酵素は外部有機溶媒による変性を受けず、酵素機能を発現することができる。

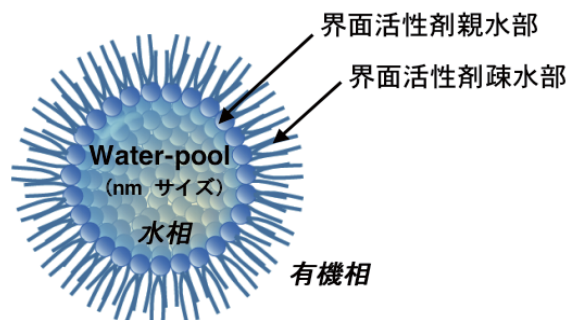


図-1 逆ミセルの構造

非水系における一電子酸化酵素の利用

木材腐朽担子菌が分泌するラッカーゼは、バイオレメディエーションやポリマー合成へ向けた有用な触媒ツールとして期待されている。本酵素が分子状酸素を利用して酸化反応を触媒する点、耐熱性に優れたラッカーゼが天然界に見いだされる点でも実用的である。我々は逆ミセルシステムを用いて、担子菌ラッカーゼを有機溶媒中に機能化し、新規環境修復技術の構築へ向けた研究に取り組んできた。多くの芳香族性汚染物質が難水溶性であることから、基質を高濃度で溶解しうる有機溶媒中でのラッカーゼ反応は、実用的プロセスを目指す上で重要である。

構造の異なる 10 種類の界面活性剤から、ラッカーゼの包括に効果的な界面活性剤(ジ-2-エチルヘキシルスルホコハク酸ナトリウム, AOT; *n*-ヘキサデシルトリメチルアンモニウムブロミド, CTAB) をスクリーニングした。AOT および CTAB 逆ミセル中に包括したラッカーゼは、イソオクタン中で *p*-クロロフェノール分解活性を示した(図-2)。また、ラッカーゼは逆ミセル中で少なくとも 7 日間以上安定であった。

逆ミセル/ラッカーゼシステムを用いて 6 種のクロロフェノール類の分解反応を追跡したところ、1~3 塩素置換されたクロロフェノール類が速やかに分解を受けることが明らかとなった。さらに、メディエーター化合物を共存させることで分解効率を大きく向上させることが可能であった^{1,2}。反応産物の同定

を通じて、一連の分解反応が脱塩素反応を伴って進行することが明らかとなり、環境修復への応用が期待された^{1,2}。また、ラッカーゼによる汚染物質分解システムをオキシゲナーゼなどの反応系と共役させることで、より難分解性汚染物質の分解も可能になると考えられる。

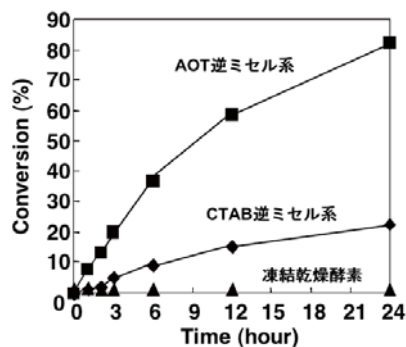


図-2 逆ミセル中におけるp-クロロフェノールの分解

逆ミセルを利用したシトクロムP450反応

シトクロム P450 モノオキシゲナーゼ (P450) は、化学反応では困難な位置・立体選択的酸素添加反応を触媒することができる。しかしながら、P450 が基質とする化合物の多くは難水溶性であることから、有機溶媒中での P450 反応に興味を持たれている。

我々は、*Pseudomonas putida* に由来するカンファール水酸化酵素(P450cam)をモデルとして、逆ミセル系における P450 の機能化に挑戦してきた。P450cam システムはプチダレドキシシンレダクターゼ(PdR)、プチダレドキシシン(Pdx)および P450cam をコンポーネントとする多成分酵素系である。これらのタンパク質の包括に適した界面活性剤をスクリーニングしたところ、アニオン性界面活性剤(AOT)およびノニオン性界面活性剤(Tween85)を混合して調製されるハイブリッド逆ミセル中で、3種のタンパク質が安定に存在することを見出した。実際に、NADH 添加に依存してヒドロキシカンファールが生成し、逆ミセル系での P450 反応を達成した^{3,4}。また、P450 反応にはタンパク質相互作用を介した電子移動を必要とすることから、ミセル間タンパク質相互作用が進行していることを示している(図-3)。

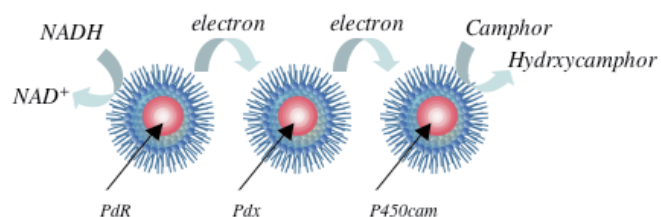


図-3 ミセル間電子移動と P450 反応

P450 酵素システムに関する研究は、多岐にわたって展開されており、天然酵素には見られないユニークな触媒機能を付与した P450 酵素の創出にも多くの成功例がある。また、白色腐朽菌が P450 分子種に富む微生物であることが遺伝子レベルで明らかにされ、担子菌 P450 機能の利用にも期待が持たれている。逆ミセル技術を基盤とした非水系 P450 反応システムが、より実践的なフィールドでの酵素利用を促進すると期待している。

まとめ

今日、様々な生体機能分子を工業的に利用する試みがなされている。創薬・食品分野においては実用生産レベルで酵素機能の利用を達成した例も多い。一方、多種多様な難水溶性化合物の高選択的・高効率変換プロセスの創出には、有機溶媒中における酵素反応技術の確立が重要であろう。本稿では、ラッカーゼおよびシトクロム P450 を例とした非水系酵素反応を紹介した。これまでも、様々な酵素が逆ミセル中で機能発現することが示されており、多種多様な分野での応用が期待されている。

参考文献

- (1) Tominaga J., Michizoe J., Kamiya N., Ichinose H., Maruyama T. & Goto M., *J. Biosci. Bioeng.* 98, 14-19, 2004.
- (2) Michizoe J., Uchimura Y., Ichinose H., Maruyama T., Kamiya N., Wariishi H., Furusaki S. & Goto M., *Biochem. Eng. J.* 19, 43-46, 2004.
- (3) Ichinose H., Michizoe J., Maruyama T., Kamiya N. & Goto M., *Langmuir* 20, 5564-5568, 2004.
- (4) Michizoe J., Ichinose H., Kamiya N., Maruyama T., & Goto M., *J. Biosci. Bioeng.* 99, 12-17, 2005.

トピックス

シンポジウム 「竹資源を用いた循環型社会の構築」

服部 芳明



かごしまウッドイテック・フォーラム(KWF)主催のKWFシンポジウムが平成18年6月14日に鹿児島市において開催されました。共催は鹿児島県です。日本木材学会九州支部、日本木材加工技術協会九州支部、ならびに、国立大学法人 鹿児島大学にはご後援をいただきました。おかげさまで81名の参加をいただき成功裡に終えることが出来ました。御礼申し上げます。

話題提供として、大分県産業科学技術センターの中原恵氏ならびに鹿児島県林業試験場の森田慎一氏に講演をいただきました。お二人の講師は、タケの研究暦も長く、ひとつの時代を切り開き、これからの活躍も期待できる先鋭研究者です。今後の竹資源利用、また竹林の整備を行っていく上での視点、ならびに、竹資源利用の多様な展開方向について、データに裏付けられた根拠と確かな視点でお話いただきました。

また、シンポジウム会場には、大分県と鹿児島県の研究組織、行政などから製品群、試作品、説明パネルの提供をいただき、展示をいたしました。

次に、講演内容の概要を紹介いたします。

森田慎一氏は、「鹿児島県における竹資源とその利用の現状」と題し、(1)竹林を巡る近年(平成以降)の状況、(1-1)竹林の現状、(1-2)竹材生産・需給の状況、(1-2)竹関連産業の状況。(2)竹資源の活用を図るために、(2-1)竹林活用の新しい動き、(2-2)竹の有効活用等について講演いただきました。この3月まで行政に席を置かれ、竹林・竹材利用の振興の要職に就かれていたこともあり、豊富なデータを根拠に、解りやすく解説いただきました。講演の最後の「竹林活用は7つのFで」という提案が印象に残りました。「Facilities(便利な道具、装備品)、Food(たけのこ)、Fiber(Paper, Fabric & Board)、Feed(飼料)、Fertilizer(堆肥)、Fuel(燃料)、Field(「場」とし

ての利用)」です。



森田慎一氏(鹿児島県林業試験場)

中原恵氏は、「竹資源活用の動向と今後の市場展開について」と題して講演され、「九州は国内における竹資源の宝庫であること。率先して利活用を進めるべきであること。大事なことは、従来技術や市場に囚われずに、ネックとなりがちな中国や東南アジア諸国との競合に打ち勝つための技術や商品、市場の開拓、展開が必要であること」を、豊富な事例を写真で紹介しながら力説されました。また、竹資源利用の全国的な取り組みをはじめ、大分県の開発事例をふんだんに引用されながら、竹資源活用の問題点、課題を整理して解説いただきました。

シンポジウムの開始前の時間帯、途中の休憩時間には、竹に関する様々な展示物を市民の方々に観ていただきました。さらに、浜田甫氏(鹿児島県竹産業振興会連合会会長)には、珍しい竹類を、手に取りながらご紹介いただきました。とても好評でした。

中原恵氏からは、大分県、工業技術院研究交流センター、大分大学等で研究、開発された各種の竹製品、竹材料、竹に関する報告書類の展示をいただき

ました。鹿児島からも、次のような展示をいただきました。御礼申し上げます。



中原恵氏(大分県産業科学技術センター)

- ① 鹿児島県竹産業振興会連合会:竹類サンプルの展示;「珍しい竹類」
- ② 鹿児島県林業試験場:パネル説明;「親竹として残すべきたけのこの選定基準の検討」
- ③ 鹿児島県工業技術センター:パネル説明;「モウソウチク由来加圧熱水抽出物の各種株化ガン細胞に対する細胞毒性」
- ④ 鹿児島県工業技術センター:パネル説明;「モウソウチク由来加圧熱水抽出物の株化白血病細胞に対する生物活性」
- ⑤ 鹿児島県林務水産部林業振興課:竹製品の陳列、ならびに、パネル説明
- ⑥ 鹿児島大学 農学部 生物環境学科 地域資源環境学講座:パネル説明;「竹資源の有効利用 ～燃料用竹ペレット～」
- ⑦ 鹿児島大学 農学部 生物環境学科 地域資源環境学講座 : パネル説明;「竹に関する最近の研究紹介」

最後に、スタッフとしても参加した大学院生(新森祐介君)の感想の一部を紹介させていただきます。

『今回のシンポジウムに参加して、まず再認識したことは、参加者の人数がとても多いことだった。

今回に限ったことではないが、様々な職業の人々が、大勢参加して下さっていた。KWF シンポジウムは、毎回多くの人々の関心を引きつけていると改めて感じた。テーマは、「竹資源を用いた循環型社会の構築」ということだったが、やはり竹資源への関心はとても高く、鹿児島県内での竹資源の利用推進を呼びかけるととても良い機会になったと思う。毎回多くの人々の関心を引くテーマを考え出すことの大変さ・大事さも感じた。

今回は、講演者のプレゼンテーションだけではなく、実際に採取したさまざまな竹、竹製品、研究に関するパネルの展示が行われた。実際に展示品を自分の目で見て、自分の手で触れることで竹というものをもっと深く知ってもらえたのはとても良いことだと感じた。来場者の反応もとても良かった。私も「竹資源の有効利用～燃料用竹ペレット～」パネルと試作ペレットを展示させてもらった。自分のやっていることに興味を持ってくれる人がいてくれて大変嬉しく感じた。また他の展示品やパネルを見て勉強になったことがたくさんあった。竹資源に関する研究をこれからもどんどんやっていきたいという意欲がわいてきた。

気になったことは、会場内の展示スペースが狭かったこともあり、混雑する場面が時折見られたことだ。もう少し広ければもっとじっくり展示品やパネルを見てもらうこともできただろう。限られたスペースでやりくりすることの難しさを感じた。』



会場の風景(かごしま県民交流センター)

ローカルレター NO1

池田元吉



木科学情報に新しい企画「ローカルレター」が加わった。内容は研究機関の研究動向や取り組み内容、組織の現状や今後である。連載1回目、前例が無いので書きやすい様で、反面、今後に悪(?)影響をおよぼさないかと悩ましいところ。以降のブラッシュアップを願い、初回の責任を果たせればと思う。

まずは研究動向。昭和62年、間伐スギ小径材の需要拡大を目標にスギ心持ち製材を対象に、実大材の強度、乾燥の研究からスタートした林産加工部(当時は研究第二部)は、今後、どのような考えで何に取り組むか・?! うーん、ローカルレターは手ごわしである。

ところで、最近、県産スギラミナに関するローカル(?)な一大ニュースがあった。県内から供給されたヤング率10GPa超のラミナで大断面集成材を造り、3階建共同住宅が建てられたのである。ラミナデータを入手したものの、にわかには信じ難かったが、持込まれたラミナを測定して納得した。高ヤング率ラミナは、どのような条件を満たした丸太から採れるのか? 丸太を集めた人に丸太ヤング率の情報はなく、主な選別条件は、製材歩留まりを下げないための丸太の形状、樹齢、木柄であるとのこと。ある木柄(品種?)で樹齢70年程度になると、丸太のヤング率は高いようである。

ヤング率10GPa超のスギラミナが、一定の量でコンスタントに利用できるとなれば、県産スギラミナのみで構成する構造用集成材がカバーできる性能範囲が拡大し、要求性能への対応も容易になり、新たな需要につながる、と同時に、そのことはいわゆるB材の需要拡大にもつながることと期待される。

このように、高ヤング率ラミナ資源があることは、県産材の利用法に大きな影響力を持つ。その資源量はいかほどか・? 調査を早期に行いたい。そこか

ら得られる情報は、進行する長伐期化傾向を視野に入れた今後の木材利用法を検討するうえにおいても有益な内容であろう。これからの研究のキーワードの一つに、“高樹齢化と材質との関係”があるように思われる。

【今こそ、スギ丸太の強度・乾燥性区分を始めよう・!】は、丸太供給側に伝え続けているメッセージである。この内容は、原木流通において、その役割が問われ大きな岐路にある原木市場が、新たに担うべき役割であり、その存在意義を高めるために欠くことの出来ない機能と考える。先に記した高ヤング率ラミナが採れる丸太の存在も、市場の新たな選別機能の必要性を示唆するものと考えている。

以前、原木市場でヤング率を表示した樅積みを造り市売りに掛けたことがある。結果、ヤング率の高低は丸太価格に影響することが確認された。高ヤング率丸太が高く売れた事例(2100円高/m³)は、せり前にヤング率区分の目的を参加者に説明した場合に多くみられた。ヤング率が高い丸太に高値を付けた製材業者からは、“横架材の注文を受けていて、この丸太なら良い横架材が納材できるから”というコメントが聞かれた。これは、選別本来の目的が現



写真 ヤング率を区分し市売りにかける樅積み

れた事例であろう。また、せり前に選別の目的を説明しなかった場合でも、ヤング率の高い丸太がヤング率の低い丸太に比べて値が下がることはなかった。

今後の取り組みとして、原木市場が、従来から行っている丸太の形状選別に加え、強度や乾燥性を区分した丸太供給を始め、それを持続することのメリットを示す分かり易い情報の提供が出来ればと考えている。

次は、現在取組んでいる研究課題の紹介である。研究課題は3分類+ α に区分される。一つは需要の取り戻し、一つは新しい需要の創出、もう一つは特用林産物分野で、熊本県で多い原木しいたけの生産性向上、室内空気質改善に木炭を積極的に活用するため木炭の焼成温度と化学物質吸着特性との関係に取り組んでいる。

需要の取り戻しでは、スギ横架材のスパン表作成が最近の主な成果である。スパン表作成の背景や目的、使い方について、横架材を供給する側はもちろん、建築士や工務店など利用する側に説明する機会があれば積極的に参加している。説明会は利用者側の材料への考え方などを知る好機となり、その後の情報交換が円滑になってきたように感じている。

新しい需要の創造では、スギ板材の需要拡大を念頭に接着剤を使わない板材の積層方法の開発に取り組んでいる。また、屋外利用に適したスギ品種の選出を目標に、心材部を用いた野外での耐蟻性、耐朽性の試験を実施している。

そして、+ α は依頼試験を通した技術的支援である。依頼内容は材料の強度性能、接合、含水率、木・竹酢液の品質チェックなど広範囲におよび、評価方法の確認、試験方法の工夫など、研究員の脳の活性化に大いに貢献していると思われる。

組織の現状や今後について

林業研究指導所の研究部は、育林環境部と林産加工部の2部で、研究員数は各部長を含め、育林環境

部4名、林産加工部3名の計7名である。現在、熊本県では行政全般で行財政改革が積極的に取り組まれているが、この4月の組織改革では、林務水産部から農林水産部となった。当所においても今後の組織の在り方などを議論しているが、結果、林産加工部の研究員を1名増やす方針が確認されている。研究員の増は、各研究課題での取り組みの深みを増し、種々の技術相談や企業の技術支援の充実につながるものと期待している。また、農林水産部となったことで、木材利用に関する情報がより円滑に流れ、適切な木材利用が行われる環境整備が進み、地域材の利用促進につながることを期待される。

最後に

今年度、熊本県では県下全域を対象とした新生産システムの実践がスタートし、現在、計画内容の検討が鋭意進められている。先日は、関連する取り組みの一環で集成材工場ならびに外材輸入の現場として大阪港の流通施設を見学した。輸入木材の多くは雨に濡れる心配のないコンテナで運ばれ、乾燥材の輸入には適しているとのこと。コンテナから、まさに曳き出されようとするバンドルを初めて見た。ところで、30分間という短い時間見学した倉庫内で、唯一発見したスギ製品は集成間柱で、製造場所は中国福建省であった。視察を通して強く感じたのは、板材需要の多さである。

スギ丸太の用途を、例えば製材、集成材、合板、チップ、その他に区分すると、出材されたある量（当然丸太の質が関係するが）のスギ丸太を、山林所有者の収益が最も多くなるよう区分せよ…?! この解を求めて模索することが大切だと考えている。

ローカルレター、やはり手ごわしであった。今後とも、ご指導ご鞭撻よろしくお願い致します。

(いけだ もとよし：熊本県林業研究指導所)

[編集後記]

木科学情報 13 巻 1 号をお届けします。木科学情報も 13 年目に入りました。干支で言えば一巡したことになります。12 周年記念という言葉は聞きませんが、先人達への敬意を表し、木科学情報進化の証として、本号から表紙を一新しました。表紙はダークカラーです。これにはちょっとした心遣いがあります。白い PPC 用紙に埋もれがちな日々を送っている支部会員の皆様。もしかしたら木科学情報も行方不明になっていませんか？そんなとき、ダークカラーの木科学情報なら、一目で探し当てることができます。このような配慮から敢えてダークカラーを採用しております。「暗〜い」などのご批判はご勘弁下さい。表紙の中心にある写真ですが、これにも私なりのメッセージがあるのですが、それについては機会があればお話ししたいと思います。

コンテンツについては、情報誌としての位置づけがはっきりするよう取り組んでいく所存です。「執行部便り」と「ローカルレター」はシリーズ化します。他は従来通り「総説・主張」、「レビュー」、「ミニレビュー」、「トピックス」等を掲載する予定です。なお、投稿原稿としては「研究論文」と「レビュー」を考えています。現在、投稿原稿が増える方策を常任理事会で検討しているところです。

最後に、お忙しい中ご執筆頂いた方々に厚く御礼申し上げます。(松村順司)

[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: 092-642-2985

●会費、入退会に関わること(会計：北岡卓也)

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

●木科学情報に関わること(編集：松村順司)

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

●支部ホームページ

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

木科学情報 13 巻 1 号

2006 年 8 月 1 日発行

編集人 黒田 健一

発行人 村瀬 安英

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

