

ISSN 1343-912X

Wood Science in Kyushu

木科学情報

18卷2号 2011



日本木材学会九州支部

目 次

執行部便り

近くなった鹿児島へ西野 吉彦 23

総説・主張

共役七員環化合物について原田 貴子・藤田 弘毅 25

ミニレビュー

水中カウンターコリジョン法によるバイオナノファイバーの創製小瀬 亮太 29

トピックス

第61回日本木材学会大会参加レポート横田 慎吾 33

新会員紹介

着任のごあいさつ阪上 宏樹 35

編集後記37

●「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

近くなった鹿児島へ

西野 吉彦



平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖の大地震とそれに伴う津波により、甚大な被害が発生しました。この誌面をお借りして、震災により亡くなられた方々のご冥福をお祈りし、被災者の皆様方に心よりお見舞い申し上げます。

大地震発生の翌日、3 月 12 日は、九州にとって九州新幹線が全線開通となる記念すべき日となるはずでした。もちろん、予定通り、当日の朝、運行が開始され、九州新幹線が全線開通となったわけですが、この震災の状況を受けて、とり行われるはずだったテープカットなどの行事はすべてキャンセルとなり、静かな幕開けとなりました。皆様ご存じのように、最速で博多―鹿児島中央間が 1 時間 19 分で結ばれるということで、もはや通勤圏といえるほど鹿児島は近くなったのです。これで、九州内の人や物の流れがより一層活発となり、経済活動の活性化や、文化的・学術的交流の促進が見込まれ、我が日本木材学会九州支部の活動もますます発展するものと期待されます。そしてこの記念すべき年に、第 18 回日本木材学会九州支部大会を鹿児島で開催することができるめぐり合わせとなり、その運営を私がまかされることになったということで、責任の重大さをひしひしと感じています。

本年の九州支部大会は、8 月 26 日（金）と 27 日（土）の 2 日間にわたって、鹿児島大学農学部において開催される予定となっております。例年通り、フェーズ 1 とフェーズ 2 の研究発表、展示発表ならびに公開講演会を予定しております。公開講演会としましては、鹿児島を代表する特産品である芋焼酎に関する専門的な講演と鹿児島の広葉樹の利用に関する講演を企画しております。8 月の末と申ししましても、まだまだ蒸し暑い季節ではございますが、是

非とも多くの皆様の参加をお願いいたします。

日本木材学会は、2010 年より一般社団法人となり、運営の方法もそれに合わせて大きく変わりつつあります。その中で、支部の運営方法も変革を迫られる部分が生じてくることも予想されます。有利に働く部分もあるとは思いますが、当然のことながら、難しい局面も多々あることと思います。このような状況の中、中央から距離が離れている九州支部ならではの独創的な視点で今後発展していくことが望まれているような気がします。毎年行われている支部大会と本誌「木科学情報」の発行の継続により、その存在をアピールしていくことはもちろんのこと、九州支部の中から、新たな木材研究の流れが生まれることを期待したいと思います。

さて、現在、木材学会会員の出身母体は多岐にわたり、農学部以外にも工学部、理学部などの理工系学部や教育学部をはじめとする文系学部の出身者も少なからず木材学会に所属していると思います。そうは言っても、やはり国立大学農学部の林産学科出身者が多数を占めることは事実のようです。大規模な国立大学の農学部に林産学科から切り離される形で発展的に林産学科が生まれたと認識していますが、それから 45 年あまりが経ち、いわゆる林産 1 期の先輩方々が、定年を迎えております。現在では「林産学科」を名乗っているところは私の知る限りではなくなってしまったと思いますが、姿かたちを変えて林産学は農学部の中や、理工系の学部の中で建築学や材料科学と融合する形で、また、多くの地方大学の農学部の場合、林産学は森林科学や森林環境学といった旧林学の一部として存在していると思います。他分野と連携したり融合したりすることには多くの困難が伴うのは常ですが、うまくいった場合は、

研究の新たな展開が生まれ、大きな成果をもたらされることが期待されます。

さて、私事で恐縮ですが、前の職場では、演習林に所属していた関係で、好むと好まざるとによらず、林学について学ぶ機会を得ました。それは、実務上のことで、演習林実習を担当し、総括する立場だったので、森林生態学から育林学、森林計画学、砂防・水文学、森林政策・経済学などについて、詳しく勉強することができました。演習林の教員として職に就いた当時は、大学院を出たばかりで、林産学（京都大学では林産工学といました）教育による純粋培養状態だったので、林学については全くの無知でした。少しばかりの苦労はありましたが、そこで得られた森林学に関する知識と森林学の根底に流れる論理に触れたことで、現在の私の研究内容にも森林学的視点が大きいに取り入れられるようになったと感じています。今回は実現しませんでした。森林学会との支部大会の共同開催や合同シンポジウムの開催を行うことなどによって、森林学と林産学の相互理解が進めば、新たな展開がもたらされることが期待されます。

林産学のもう一つの担い手は、教育学部にある技術科の木材加工分野でしょう。このポストには、林産学科出身の研究者が多く就いていると思います。私は、この分野に関してもかわりがあり、島根大学在籍時に教育学部のY教授の木工教室のお手伝いを毎年させられた、いや失礼、させていただいた経験があります。林産学と木工の世界は実は趣が大分異なります。かんなの刃を研ぐのに3種類の砥石があることや、かんなをかける際、表面をけば立たせるための水引きの工程があることなど、木工には林産学では教えないさまざまな技術や工夫がたくさんあります。しかし、つぶさに見てみると、林産学の言葉で語れそうな事柄が数多く存在することも事実で、そういったところにこそ、林産学が接点を求めていくべきであると痛感しています。木工や建築といった応用分野に積極的にコミットすることも、これからの林産学に求められているのかもしれませんが。

私は、専門分野は何かと問われれば「木材物理学」

とか「木材工学」などと答えていますが、「木材化学」あるいは「林産化学」といわれている分野がこれからの林産学にとって大変重要な領域であると考えています。個人的には、糖の化学には大変興味をもちておりますし、テルペンやリグナンなどの2次代謝物質についてももっと知りたいと思っています。現在、大震災による電力供給不足の懸念などから、代替エネルギーへの関心が高まっており、バイオエタノールやバイオディーゼル、嫌気発酵によるメタン生成技術など、生物資源を利用した様々な化学プロセスが脚光を浴びつつある状況にあります。これらの分野に林産学が積極的に関与できることは明らかです。事実、多くの林産化学分野の人たちが既にこれらの領域に携わっていると思います。一部の林産学出身の研究者は、農芸化学出身者が母体の学科や講座に所属しているケースもあると思います。こうして見ると、農学部において林産学は、バイオマスエネルギー開発分野や有機化学分野の教育・研究を担っているといえると思います。

今回の支部大会の公開講演会では、焼酎醸造学の先生に講師をお願いして、一般向けの焼酎の話ではなく、専門的な焼酎製造の化学の話をしていただくことを企画しています。少し伺った話をすると、サツマイモには、なんとヘミセルロースが含まれているそうです。また、焼酎の香りに影響する成分が、なんと β -グルコシダーゼと関係があるとのこと。 α でなくて β ですよ、みなさん。興味がわいてきたではありませんか。

また、鹿児島県は九州でもっとも広葉樹の生産量が多く、薪の生産量に至っては全国1位です。こういった背景で鹿児島県の広葉樹の生産が盛んであるかについて講演していただくことになっています。

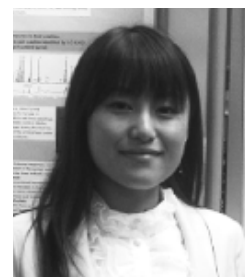
最後に、この夏、鹿児島で開催される九州支部大会へ皆様ぜひご参加いただきますよう、お願い申し上げます。

(にしの よしひこ：鹿児島大学農学部)

総説・主張

共役七員環化合物について

原田 貴子・藤田 弘毅



1. はじめに（共役七員環化合物とは）

非ベンゼン系芳香族化合物は、その名の通りベンゼン骨格を持たないが芳香族性（共役系）を持つ化合物の総称で、非ベンゼン系芳香族化学国際会議等が開かれるほど多種にわたる物質である。この分野の研究の出発点は、木材化学にとってなじみの深い抽出成分であるヒノキチオール（図1）であることから、共役七員環化合物に関する現状をここにまとめたい。

ヒノキチオールは化粧品、薬品、食品添加物などに利用されている物質で、日本では青森ヒバ等に含まれていることが知られている。強い抗菌性と広い抗菌スペクトルを持つことから、材の耐腐朽性に重要な役割を果たし、そのため、青森ヒバ材も広い用途で利用されている¹⁾。

上記の通り、ヒノキチオールは共役七員環化合物に分類される。共役七員環化合物(tropolonoid)は、図2に示すトロポロンという共役七員環骨格構造を基本骨格としている。この構造を基に様々な誘導体が存在する。トロポロノイドは天然中では、主に菌類と植物で発見され、細菌類からも少数発見されている。様々な生理活性を有するものやアルカロイドに分類されるものもあり、医薬分野などで利用されている例もある。共役七員環骨格を有する化合物という分類では、現在200種類程度の物質が見つかった²⁾。その中には、ヒノキチオールのように単純な側鎖のもの、複数の環を持つもの（図3）、窒素や硫黄を含むもの（図4）など多種多様な化合物が存在する。

ここでは、共役七員環化合物の発見、生理活性、生合成について現在報告されている知見について述べる。

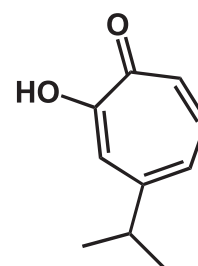


図1 ヒノキチオール

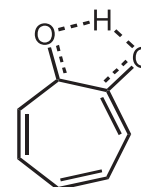


図2 トロポロン

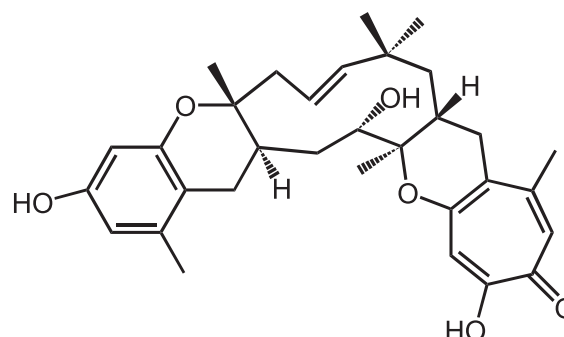


図3 Epolone A

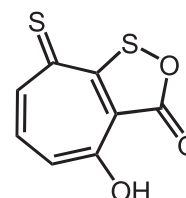


図4 チオトロポシン

2. 共役七員環構造の発見

1932年から1942年にかけて菌類から発見された複数の化合物のうち、芳香族ヒドロキシ酸に類似した特徴を持つものが見出されたが、構造の決

定には至らなかった。1945年, *Penicillium Stipitatum* から単離されたスチピタトン酸 (図5) が, 共役七員環構造を持つことを Michael Dewar が提案し³⁾, 非ベンゼン環の芳香族化合物の存在が認識された。また, Erdtmanらのグループによってベイスギ (*Thuja plicata*) から単離された物質が同様の基本骨格を有していることが示され, それぞれ異性体が α -, β -, γ -thujaplicin と名付けられた (図6)⁴⁾。同時期に, 野副らが台湾ヒノキ (*Chamaecyparis taiwanensis*) から単離したヒノキチオール⁵⁾の構造を決定した。これらはどちらも, 新規の構造の化合物として発表されたが, その後, ヒノキチオールと β -thujaplicin の構造は同一であることが判明した。

これらの発見は第二次世界大戦中になされたもので, 当時は科学者同士の交流はとても難しく, お互いの発見を知ることができない状況だった。そのため, これらの序列をつけることは不可能であり, 現在でも hinokitiol と β -thujaplicin という名称がどちらも残っている。また, 前述の非ベンゼン系芳香族化合物に関する研究は, 野副らによる研究を出発点としていることから日本がリードする有機化学の研究分野となっている。

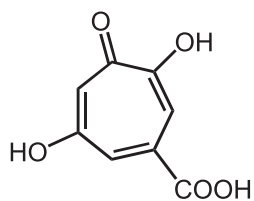


図5 スチピタトン酸

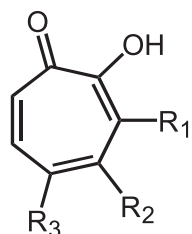


図6 α -Thujaplicin (R_1 =Pro, R_2, R_3 =H)

β -Thujaplicin (R_2 =Pro, R_1, R_3 =H)

γ -Thujaplicin (R_3 =Pro, R_2, R_1 =H)

3. 生理活性について

共役七員環構造の物質は, 多様な生理活性を有することが知られている。トロポロンやヒノキチオールなどは, 抗菌, 抗腫瘍, 殺虫, 植物の成長阻害などの作用を示す⁶⁾。コルヒチン (図7) は, 古くから通風などの薬として用いられている。また, HIVや白血病に効果があるものや赤血球の生成促進に効果を持つ化合物もある²⁾。このように, 共役七員環化合物は様々な用途に利用されており, 今後の利用拡大が期待される物質である。

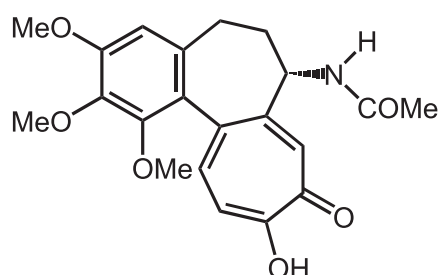


図7 コルヒチン

4. 生合成について

特異な核を有する共役七員環化合物は, そのユニークな構造から生合成についても多くの関心を集めてきた。これまで, 菌類におけるスチピタトン酸, 植物でのコルヒチン, 細菌類でのチオトロポシンの生合成経路が明らかにされた。これらについて, ここでは触れたいと思う。

4-1. 菌類での生合成

菌類におけるスチピタトン酸の生成経路が, 共役七員環化合物の生合成で最初に解明された。*Penicillium stipitatum* で1950年代に詳しく研究がなされ, アセチル CoA と三つのマロニル CoA からポリケチドを生成し, それにメチオニン由来の炭素が一個加わることで前駆体炭素骨格が生成することが示された (図8)。その後, 中間代謝物として見出された 3-メチルオレセリン酸が酸化され, ベンゼン環内にメチル基の炭素が入って七員環を生成する, という経路が明らかとなった⁷⁾。

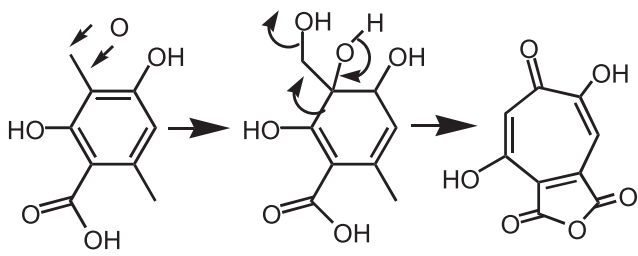


図8 スチピタトン酸の七員環生成過程

4-2. 植物での生合成

植物では、1960年代にイヌサフラン (*Colchicum autumnale*) のコルヒチン生合成経路が示された。これは前述のものと異なり、ドーパミンと4-ヒドロキシシナムアルデヒドを基本骨格として生成する⁸⁾。複数の種から得られたコルヒチンの様々な誘導体から、コルヒチン生合成の中間体が明らかとなり、ラベル化基質投与実験も行なわれた。これらの結果から、コルヒチンの生成が図9のようなプロセスで進むことが分かった⁹⁾。

また、筆者らはメキシコイトスギ (*Cupressus lusitanica*) でのヒノキチオール生合成経路解明を行なっている。これまでの研究より、*p*-menthan骨格を持つ物質を中間体とする、モノテルペンの一種であることが分かっている¹⁰⁾。これより、こ

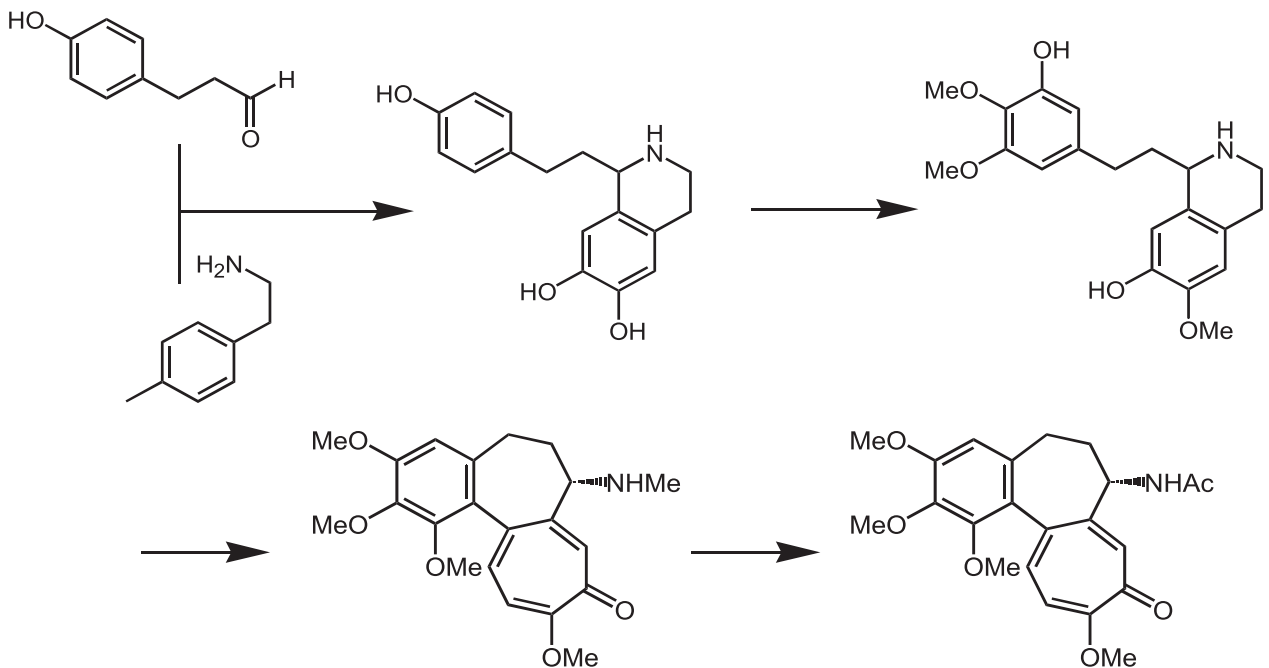


図9 コルヒチン生合成経路

れまで明らかにされたどの経路とも異なる生成経路であることが予想される。*C. lusitanica* 細胞の成分分析、酵素発現量分析、ラベル化基質投与実験より、図10に示す経路が予想された。このうち一部は *C. lusitanica* 細胞由来の粗酵素による反応で証明されたが¹¹⁾、七員環生成過程については現在検討中である。

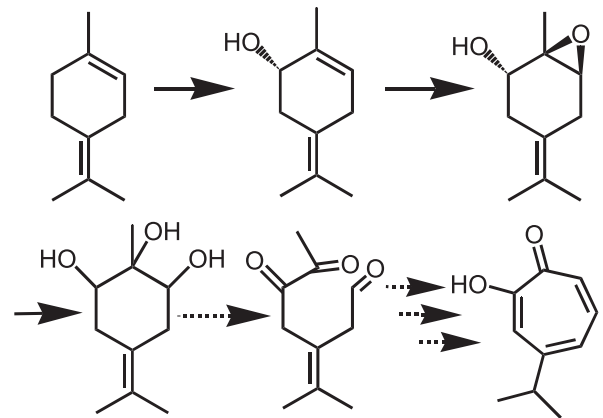


図10 予想されるヒノキチオール生合成経路

4-3. 細菌類での生合成

細菌類では、硫黄を含んだチオトロポシンの生合成について *Pseudomonas* CB-104 での生合成経路が明らかとされた¹²⁾。これは、シキミ酸経路由来

の生合成経路をとり、シキミ酸がコリスミ酸を経てフェニル酢酸へ代謝され、酸化反応によって七員環が形成される(図11)。その後、酸素と硫黄の交換が起こり、チオトロポロンが生成する。

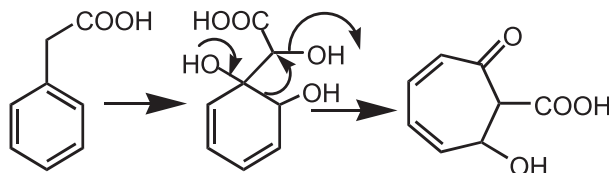


図11 チオトロポロンの七員環生成過程

4-4. 茶カテキンからの生成

ウーロン茶や紅茶に含まれるテアフラビンも、共役七員環構造を持っている(図12)。これは、茶葉を酸化(一般には発酵といわれる)させる工程で、カテキンがポリフェノール酸化酵素により縮合することで生成する¹³⁾。生成とは異なるが、酵素による共役七員環生成反応の一つである。

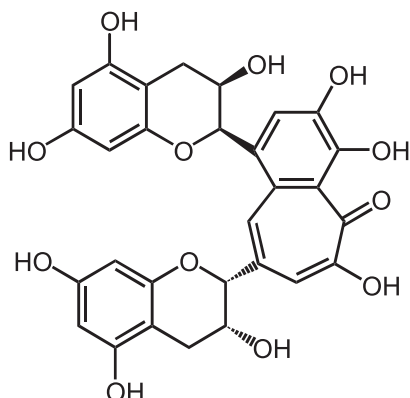


図12 テアフラビン

5. まとめ

共役七員環化合物は、特徴的な構造と多様な生理活性を持つことから、構造決定から物質の利用、生合成経路の解明など、様々な研究の対象となってきた。例えば、樹木での生合成経路を詳細に明らかとすることで、高耐久性の樹木を創り出すことや有用な物質を多く作る植物を開発することが可能となるだろう。さらに、七員環生成過程について明らかとすることで、化学合成への応用や有用な機能性¹⁴⁾・生理活性を持つ新たな共役七員環化合物を作り出すことも期待できる。天然物、化

学合成物として多種多様な物質が発見されているが、植物での生合成経路についての知見は少ない。唯一コルヒチンの生合成経路が詳細に調べられているが、ヒノキチオールの生合成経路は、先に述べたようにそれとは異なる経路をとっていると予想される。このように、種や構造によって異なる経路を持つことも考えられ、今後もまだまだ解明の余地が多い分野である。

参考文献

- 岡部ら, 青森ヒバの不思議, 青森ヒバ研究会 (1990)
- Bentley R., *Natural Product Reports*, 25, 118-138 (2008)
- Dewar M. J. S., *Nature*, 155, 50-51 (1945)
- Erdtman H. et al., *Nature*, 161, 719 (1948)
- Nozoe T. and Katsura S., *Yakugaku Zasshi*, 64, 181-185 (1944)
- Zhao J., *Current Medicinal Chemistry*, 14, 2597-2621 (2007)
- O' Sullivan M. C. and Schwab J. M., *Bioorganic Chemistry*, 23, 131-143 (1995)
- Herbert R. B. et al., *Tetrahedron*, 46, 7119-7138 (1990)
- Woodhouse R. N. et al., *Journal of Chemical Society, Perkin Trans*, 1 (1998)
- Fujita K. et al., *Journal of Plant Physiology*, 156, 462-467 (2000)
- 原田ら, 第16回日本木材学会九州支部大会, (2009)
- Cane D. et al., *Journal of American Chemical Society*, 114, 8479-8483 (1992)
- Tanaka T. et al., *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 19, 5785-5789 (2001)
- 竹下ら, 九州大学機能物質科学研究所報告, 3(2), 145-166 (1990)

(はらだ たかこ: 九州大学生物資源環境科学府,
ふじた こうき: 九州大学大学院農学研究院)

ミニレビュー

水中カウンターコリジョン法による
バイオナノファイバーの創製

小瀬 亮太

1. はじめに

ナノ材料は、基礎研究から応用研究に至るまで幅広い分野で広く注目を集めている。特に、その比表面積の大きさに起因する高い吸着力や強い相互作用力の発現が期待されており、この点に着目した材料創製が盛んに試みられている。最近では、ナノ材料の応用分野は医療、環境、エレクトロニクスなど多岐にわたっている。

一方、自然界においては、ナノサイズの物質を緻密に組み上げることにより、生物に必要な物性を有する構造体が構築されている。代表的なナノ物質として挙げられるのが、ナノファイバーである。例えば、植物細胞壁には、ミクロフィブリルと呼ばれる幅約3 nmのセルロースナノファイバーが配向堆積しており、植物の幹や茎に高い強度を与えている。また、甲殻類の外皮に多く存在するキチンは、カニの外皮の場合、幅約3 nmのキチンナノファイバーが集積し、幅約60 nmのナノファイバーを形成する。さらに、このナノファイバーが集積し、約1 μmのファイバーとなり、このファイバーが高次に堆積することにより、外皮

が構築されている。上述のように自然界では、ナノファイバーをビルディングブロックとして水素結合やファンデルワールス力による物理化学的な相互作用を介してナノファイバー同士が集積し、構造構築されている例が多数見られる。

最近では、生物素材由来のナノファイバー（バイオナノファイバー）を単離するための技術開発が盛んに行われている。しかし、化学的処理を伴う材料変換プロセスが多く、ケミカルフリーのプロセスが望まれている。近藤らにより開発された水中カウンターコリジョン法（ACC法）は、水のみを用いた微細化技術である。ACC法は、図1に示すように、水懸濁試料を高速で対向衝突させることにより発生するエネルギーを用いて、化学結合に影響を与えず分子間相互作用を開裂させる手法である。さらに、衝突圧や衝突回数を制御することにより、分子間相互作用の選択的開裂または開裂の程度を制御することが可能となる。この手法を生物素材に適応した場合、生物素材中に存在するナノファイバー間の相互作用が開裂しバイオナノファイバーが水中に高分散するだけでなく、ACC法の処理条件を制御することにより、同じ生物素材から様々な形態のバイオナノファイバーの創製が期待される。

本稿では、まずセルロース、キチン、コラーゲンの3種類の生物素材をACC処理することにより得られるバイオナノファイバーの形態や化学構造、その分散液の特性について紹介する。さらに、ACC法により得られたセルロースナノファイバーの応用展開の研究について述べる。

2. 木質および微生物由来セルロースナノファイバーの創製

まず、木質由来の微結晶セルロース粉末をモデル物質として用いてACC処理の影響について検討した。処理試料の重合度および赤外分光スペクトルを測定したところ処理前後で変化が見られず、

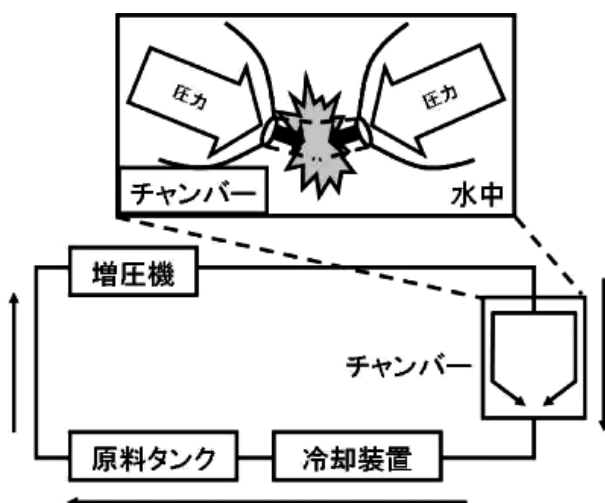


図1 水中カウンターコリジョンシステムの模式図

ACC 処理により分子構造が破壊されていないことが示された。さらに、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて処理試料を観察したところ、図 2 に示すように、微結晶セルロース粒子表面からフィブリル状に微細化された多数のナノファイバーが観察された。以上のことから、ACC 処理により、微結晶セルロース粉末中の分子間相互作用のみが開裂され、ナノフィブリル化を経て、ビルディングブロックであるナノファイバーが水中に分散することが分かった。

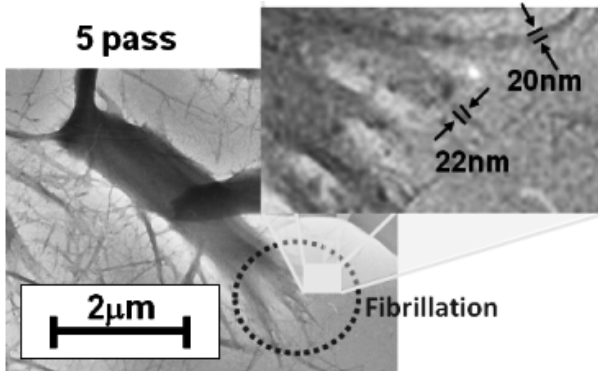


図 2 ACC 処理後のフィブリル化した微結晶セルロース粒子とセルロースナノファイバーの電子顕微鏡像

次に、ナタデココとして知られる酢酸菌産生マイクロビアルセルロースペリクル (MC ペリクル) に対して ACC 法を適用した¹。MC ペリクルは、酢酸菌が分泌する幅 40–60 nm、厚さ約 10 nm のセルロースナノファイバーから成るネットワーク構造体である。さらに、酢酸菌の分泌するセルロースナノファイバーは、ミクロフィブリルと呼ばれる幅約 3–4 nm の更に細いファイバーの束である。現在 MC ペリクルは、医療、電子機器分野等で利用されているが、要求される物性はペリクル特有のネットワーク構造に起因している。従って、ACC 法によりペリクルのネットワーク構造を構成するセルロースナノファイバーを水中に分散させることができれば、コーティング剤やフィラー等、これまでにない応用展開が期待される。

図 3 は、ペリクルの ACC 処理前後の偏光顕微鏡像および TEM 像である。図 3 (a) に見られるように、ACC 処理前のペリクルは観察可能であったが、ACC 処理後ではネットワークが開裂したために観察されなかった。TEM 観察により ACC 処理後の水中に分散したセルロースナノファイバーはフィブリル化している箇所が多数観察され (図 3 (c))、また単離しているナノファイバーが観察された (図 3 (d))。単離されたセルロースナノファイバ

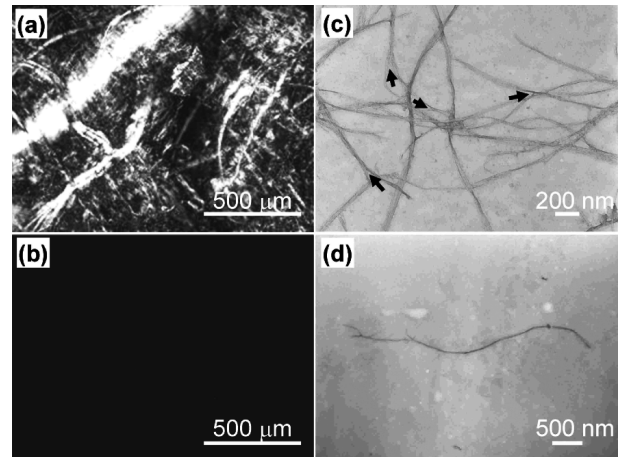


図 3 (a) ペリクルの偏光顕微鏡像、(b) ACC 処理液の偏光顕微鏡像、(c) ACC 処理により得られたセルロースナノファイバーの TEM 像 (矢印は、フィブリル化している部分)、(d) ACC 処理により得られた単独セルロースナノファイバー

ーは、衝突回数に依存して繊維幅が 30–70 nm の範囲で変化した。

図 4 は、ACC 処理の衝突回数に依存したセルロースナノファイバーの結晶化度及び結晶組成の変化を示している。酢酸菌の分泌するセルロースナノファイバーは、高結晶性であり、その結晶形は I_{α} 結晶と I_{β} 結晶の複合結晶であることが知られている。図 4 が示すように、ACC 処理を行っても結晶化度は 70% 以上を維持していた。また、結晶組成については、衝突回数の増加に伴い I_{α} 結晶相の割合は低下したが、 I_{β} 結晶相の割合は増加した。 I_{β} 結晶は I_{α} 結晶に比べ、より安定な構造であることが知られており、 I_{β} 結晶相の割合の増加は耐薬品性や酵素による分解性に影響を与える可能性がある

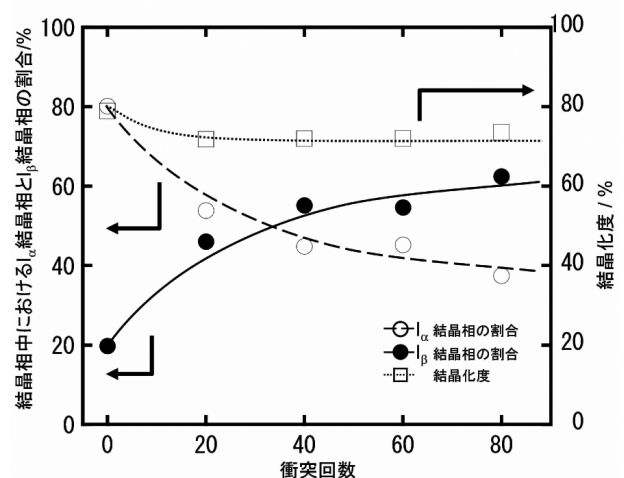


図 4 衝突回数に依存したセルロースナノファイバーの結晶化度及び結晶組成 (I_{α} および I_{β}) の変化

る。以上のように、ACC法の処理条件を変えることにより同一のペリクルから形態や結晶組成の異なるセルロースナノファイバーの創製が可能である。

3. ゲル化能を有するキチンナノファイバーの創製

キチンは、*N*-アセチルグルコサミンが β -1,4結合した直鎖状多糖類である。生合成されたキチン分子鎖は、自己集合によりナノファイバーを形成し、そのさらなる階層構造化とタンパク質・無機塩との複合化を経て、甲殻類の外骨格等を構築する。近年、キチンナノファイバーの優れた生体適合性を活かした生体機能材料の研究開発に注目が集まっているが、その乏しい水分散性が障壁となっている。そこで、キチンナノファイバーを水中に高分散させるために、 α -キチン粉末に対してACC法を適用した。

その結果、水中で相分離していたキチン粉末が、ACC処理後では均一に白濁した。また、偏光顕微鏡、TEM観察の結果、衝突回数の増加に伴い、マイクロサイズの構造体の減少と、幅10-20 nm程度の繊維状構造体の増加が見られた。すなわち、ACC法によって水分散キチンナノファイバーの創製に成功した。次に、濃度、ACC処理条件を揃えたキチンならびに微生物由来セルロースのナノファイバー分散水について動的粘弾性を測定した。貯蔵弾性率(G')は、衝突回数の増加に伴って、セルロース系では減少し、キチン系では増加する傾向が見られた。この結果より、キチンナノファイバーはセルロースナノファイバーと比較してより自己凝集し易いことが示された。実際に、衝突回数60回の試料を比較したところ、セルロースナ

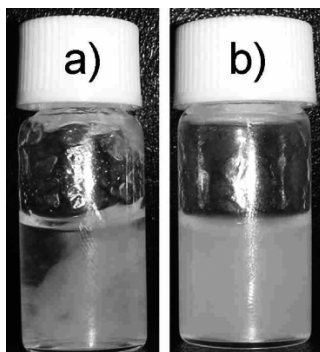


図5 衝突回数60回のACC処理により得られた(a)キチンナノファイバー分散水、(b)セルロースナノファイバー分散水の3ヶ月後の状態

ノファイバーの水中分散は数ヶ月間安定であったのに対し、キチンファイバー分散水はゲル化した(図5)。対向衝突の繰り返しによって、セルロースナノファイバーはフィブリル状に微細化されるが、キチンにおいては、均一な幅を持つファイバーの量が増加する。このようなナノファイバー形態の特徴が粘弾性の差異に寄与していると考えられる。

4. 多様なコラーゲンナノファイバーの創製

コラーゲン繊維の最小ビルディングブロックであるコラーゲン分子は、左巻きポリペプチド3本鎖から形成される右巻きのトリプルヘリックス構造から構成されている。このコラーゲン分子が縦方向と横方向に規則的に配列することにより、縞状コラーゲン原線維が形成される。ACC法をこのコラーゲン原線維に適用すると、ナノレベルで様々なサイズのビルディングブロック(コラーゲンナノファイバー)が得られるものと予想される。そこで、ACC法を用いて種々のコラーゲンナノファイバーを創製し、その水分散状態の粘弾性を検討した。

繊維幅約130 nmのコラーゲン原線維(図6(a))を噴射圧力200 MPaで処理すると、繊維幅が約20 nmにまで減少しナノファイバー化した(図6(c))。一方、100 MPaの処理では、繊維幅に変化はなく、また、コラーゲン原繊維特有の縞状構造を維持していたが、繊維長が短くなった(図6(b))。すなわち、噴射圧力を制御することにより、様々なサイズのコラーゲンナノファイバーの創製に成功した。また、このコラーゲンナノファイバーの円二色性スペクトルは、197 nmに負のピークと222 nmに正のピークを示した。トリプルヘリッ

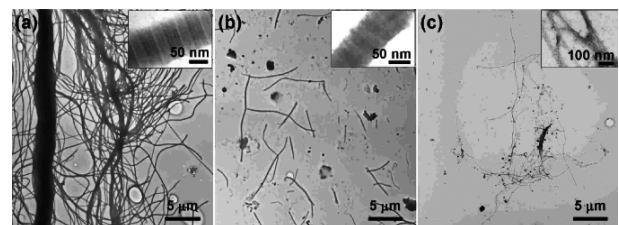


図6 噴射圧力の異なる条件でACC処理したコラーゲンナノファイバーの電子顕微鏡像、(a)コラーゲン原繊維(未処理)、(b)噴射圧力100 MPaのACC処理により得られたコラーゲンナノファイバー、(c)噴射圧力200 MPaのACC処理により得られたコラーゲンナノファイバー

クス構造のパラメーターとして用いられる Rpn 値 (負のピーク強度に対する正のピーク強度の比) が全てのコラーゲンナノファイバーで 0.1 以上であることから、コラーゲンナノファイバーはトリプルヘリックス構造を有していることが示唆された。さらに、噴射圧力 100 MPa で得られた処理液は、噴射圧力 200 MPa で得られた処理液に比べ、貯蔵弾性率 (G') および損失弾性率 (G'') が高かった。このことから、ナノスケールで繊維幅の大きいコラーゲンナノファイバーは、自己凝集能が高いものと考えられる。

5. セルロースナノファイバーの応用展開

ACC 法により得られた微生物由来セルロースナノファイバーの応用展開について検討した。まず、セルロースナノファイバーの極めて高い比表面積に着目し、ポリ乳酸の結晶化促進効果について調べた。ポリ乳酸は、代表的な生分解性プラスチックであるが、結晶化速度が極めて低いために、成型工程において十分に結晶化せず、耐熱性が低いという問題がある。そこで、このセルロースナノファイバーをポリ乳酸の結晶化のための足場として作用させたところ、図 7 に示すように、結晶化処理後のポリ乳酸結晶の数は、セルロースナノファイバーを添加したときの方が、無添加の場合と比べて、著しく多かった。また、このポリ乳酸結晶化促進効果は、マイクロサイズのセルロース系素材に比べても高く、ナノサイズ効果の発現が示された。

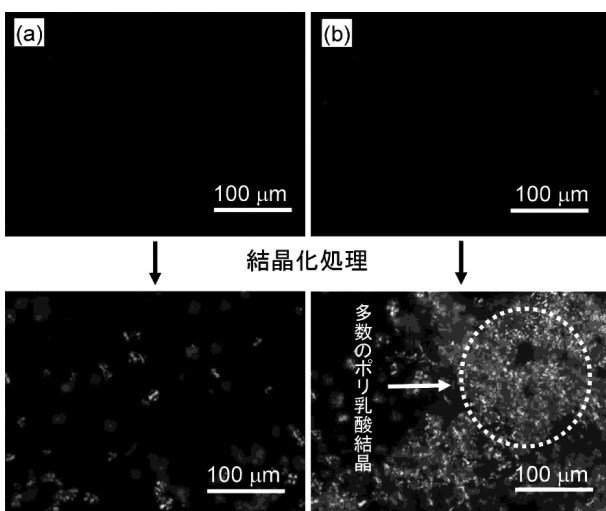


図 7 結晶化処理前後のポリ乳酸結晶の様子 (a) セルロースナノファイバー無添加のポリ乳酸 (b) セルロースナノファイバーを添加したポリ乳酸

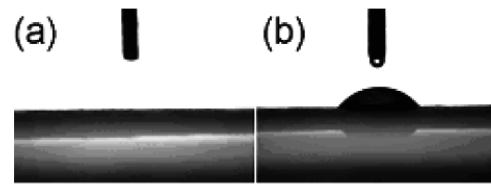


図 8 セルロースナノファイバーコーティング前後のろ紙の耐水性 (a) セルロースナノファイバーコーティングなし (b) セルロースナノファイバーコーティングあり

次に、コーティング剤としてのセルロースナノファイバーの応用展開について検討した。ペリクルのネットワーク構造が開裂され、水中に分散したセルロースナノファイバーは、種々の基板表面をコーティングすることが可能となる。このセルロースナノファイバー分散水をろ紙に塗布したところ、図 8 に示すように、通常のろ紙では、水滴を滴下すると水が瞬時にろ紙に吸収されるのに対し、セルロースナノファイバーが塗布されたろ紙は、水が浸透しにくくなり、ろ紙上に液滴が残存し、耐水性を示した。また、同様に油に対してもセルロースナノファイバーをコーティングすることにより、ろ紙への油の浸透性が低下し、耐油性を示した。以上のように、耐油性、耐水性の両方を同時に付与するユニークなコーティング剤としての機能が明らかとなった。

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、近藤哲男教授の御指導のもと行った博士論文 "Hierarchically Arranged Nano-objects Prepared by Aqueous Counter Collision of Bio-based Materials" (水中カウンターコリジョン法による天然由来ナノ階層材料の創製) の一部をまとめたものです。この場をお借りして、深く感謝申し上げます。

引用文献

1. Kose, R., Mitani, I., Kasai, W., Kondo, T., *Biomacromolecules*, 12(3), 716-720 (2011).
2. Kose, R., Kondo, T., *Sen' i Gakkaishi*, 67(4), 91-95 (2011).

(こせ りょうた：九州大学大学院農学研究院)

トピックス

第61回日本木材学会大会参加レポート

横田 慎吾



はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、まさに未曾有の国難をもたらしました。東北地方を中心とした地震・津波による一次被害は、その全容が未だ明らかとなっていません。さらに、震災に付随する原発事故などにより、日本全国に様々な形で二次的被害が出ています。まずはこの場をお借りして、今回の大震災で亡くなられた方々のご冥福をお祈りいたしますとともに、被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

第61回日本木材学会年会は、3月18～20日の3日間、京都大学吉田キャンパスにおいて開催されました。大震災のわずか1週間後ということで、開催自体が危ぶまれましたが、学会賞授賞式、懇親会、公開シンポジウム、ウッドサイエンス・ミキサーを中止し、口頭・ポスター発表、企画講演ならびに企業等展示のみを行う縮小開催という形で取り行われました。大会事務局の発表によると、予定されていた口頭発表363件中56件、ポスター発表338件中52件が、残念ながらキャンセルとなりましたが、最終的な参加者数は1,000名を超え、筆者の主観では、各会場において例年どお

りの活発な議論が交わされていました。

大会1日目および3日目には、吉田キャンパス北部構内の京都大学農学部総合館において、口頭発表ならびに企業等展示が行われました。ご存知の通り、各部門の発表はパラレルセッション形式で行われたため、全てをフォローすることはできませんでしたが、本誌では、本大会初のオーガナイズドセッションとして企画された「バイオリファイナリー」部門での発表を中心に紹介します。木質バイオマス資源をナノマテリアル、ケミカル、フューエルへと高効率・低環境負荷で変換する木質リファイナリー技術に関する最新研究が集約されており、活発な議論がなされていました。以下、内容の一部を簡単に記載します。

本セッションのメインピックのひとつである「バイオエタノール」に関連して、堀川ら（京大生存研）は、エタノール製造のための木質バイオマス前処理物を対象に、近赤外分光法によるハイスループット解析手法を提案し、製造プロセスのインラインモニタリングの可能性を示しました。平井（静大農）、亀井（宮崎大農）、近藤（九大院農）らの共同研究グループからの数件の報告では、高効率なりグニン分解を目指した白色腐朽菌の分



口頭発表会場の様子



企業等展示会場の様子

子育種、未利用木質資源の糖化に向けた新規セルロース分解菌・酵素の獲得についての網羅的な取り組みが紹介されました。木村ら（京大院農）は、リファイナリープロセスに有用な酵素の結晶化手法として有望な変調磁場を用いたタンパク質擬単結晶の作製法を提案しました。

また、有効利用の観点から極めて重要な木質資源の高付加価値化に関して、ロジャースら（東大院農）は、クリック反応を介したキシラン分子側鎖へのポリ乳酸のグラフト化に成功し、そのユニークな熱的特性について報告しました。鈴木ら（北見工大）の発表では、プロセス中でその場合成された鉄微粒子触媒を用いた二段階炭化により、木材からの高導電性・高吸着性の結晶性メソ孔炭素材料の創製に関する結果が示されました。

最終日の午前中には、近年急速に研究開発が進展している木質資源由来の「ナノファイバー」についての発表が集約されていました。岩本ら（京大生存研）は、原子間力顕微鏡を用いてセルロースマイクロフィブリル1本の弾性率を測定し、その繊維幅依存性や結晶構造の影響について興味深い知見を示しました。北岡ら（九大院農）は、一価銅を位置選択的に表面担持させたセルロースナノ繊維から成るエアロゲルの創製に成功し、そのクリック反応に対する高い触媒特性を報告しました。能木ら（阪大産研）はセルロースナノファイバー製のフレキシブルな基板上への銀ナノ粒子プリント配線の試みについて報告し、電子デバイスへの応用展望を示しました。以上、全てを記載しきれ



京都大学百周年時計台記念館（ポスター会場）



ポスターセッションの様子

ませんでした。本セッションでは、より幅広い領域の研究者間での議論が白熱していました。今回の意見交換に端を発する革新的な研究が、今後展開されることを大いに期待しています。

大会2日目には京都大学百周年時計台記念館内においてポスター発表が行われました。どのポスターの前にも常に先客があり、筆者は、予定していた発表の全てを聞くことはできませんでした。内容の詳細は割愛させていただきますが、セッション全体を通じて、ポスター間の移動が困難なほどの盛況ぶりでした。また途中、セッションを一次中断し、服部順昭会長より本大会開催の経緯について説明がなされ、「各種イベントが軒並み自粛されるなか、本大会を開催したことが正しかったのか否かについては、学会の今後歴史が証明してくれる」と述べられておりました。そして、震災にて命を落とされた方々へお悔みの意をこめて、会場内の全員による黙祷が捧げられました。

以上簡単ですが、学会の様子を述べさせていただきました。今大会に参加することができなかった東北・関東地方の学会員の皆様がいち早く元気を取り戻されることを心から祈っております。幸運にも我々九州の人間は、震災の直接的な被害は被っていません。日々研究に勤しむことができることを幸せに思い、自身のさらなる躍進を誓いました。そして、九州支部の皆様の熱気で次回の北海道大会を盛り上げられることを願い、このレポートを終わらせていただきます。

（よこた しんご：九州大学大学院農学研究院）

新会員紹介

着任のごあいさつ

阪上 宏樹



1. はじめに

九州大学大学院農学研究院木質資源工学分野助教として2011年1月から赴任致しました阪上宏樹です。私の簡単な経歴は1998年に九州大学へ入学し、2004年に修士課程を修了しました。その後、2年間の社会人生活を経て再び九州大学博士後期課程に入学し、2009年に学位を取得した後、研究員として2年間仕事をして現在に至ります。その間、木材学会九州支部では2回の学会発表をさせて頂き、平成21年には第十一回黎明研究者賞（論文部門）を受賞させて頂くことができました。また、木科学情報誌への投稿はレビュー、読み物を含めて4回目となり、今回の着任のごあいさつができることを大変嬉しく、光栄に感じております。これも木材学会九州支部の皆様の後押しがあってこそその賜だと感謝致しております。今回の着任のごあいさつを通じ、一人でも多くの方とお知り合いになり、ご一緒にお仕事ができればと思い、簡単ではありますが、これまでの研究内容および若干風変わりな経歴を含め、自己紹介させて頂きます。

2. 見聞を広げた大学生生活

九州大学の7割以上の学部生が九州出身者ですが、私は九大でも小民族の神奈川県出身です。風貌からは想像がつかないのでしょうか、必ず初対面の人には鹿児島 or 沖縄出身？と聞かれ（自称湘南ボーイ）、次に何故九州大学に？と聞かれます。私が高校生だった時代はまさに「環境＝森林」の最盛期で、自称アウトドア系の看板を背負っていた私としては是が非でも森林学科のある大学に行きたいと、九州大学を選びました。当然、九州は全くの初めて。福岡空港へ降り立った当初の気持ちは今でも忘れることができません。海を越え遠い南国の地へはるばる来てしまったなあと思う気持ちと同時に、初めて訪れるこの地が何故か心地良く感じました。今から考えればまさかこの地に10

年も住み、仕事までするなんて想像すらしておりませんでした。

大学3年生の時、学位論文で核となる共焦点レーザー顕微鏡と出会い、当時は使い方も分からず四苦八苦しながらいじり倒して遊んでいました。卒業論文ではこの装置を使って針葉樹仮道管の乾燥に伴う形状変化を測定し、収縮異方性に関する研究を行いました。

学生時代は趣味で山登りに没頭し、修士課程在学期間中にはアラスカ遠征のチャンスに恵まれたのですが、残念ながら登頂間近で断念した悔しい思い出があります。これが生まれて初めての海外訪問だったのですが、背が高く話が通じない異国の人々に恐れを抱いた覚えがあります。修士2年生の時には国際学会デビュー！?を果たし（実際には先生の鞆持ちでしたが）、多大なる刺激を受けることができました。今から考えると、この国際学会デビューが自分の研究者への道の分岐点となったと感じております。

3. 木材利用を体で学んだ社会人生活

修士課程修了後は経済的理由に加え、国際学会で自分の知識、語学力の無さを痛感し、研究ではなく就職の道を選びました。子供の頃から木材が好きでしたし、大学の研究経験を活かしたいと、選んだ先はハウスメーカーでした。就職先では基礎工事から内装工事まで実際に現場に出て施工のお手伝いをし、身をもって住宅施工を体験することができました。更にはわずかですが、部材の設計まで経験させて頂き、大学での基礎研究とは異なる視点で、木材に触れることができました。しかし、仕事を行うにつれて、日増しに木材に対する思いが募り、木材専門の仕事に就きたいと、意を決して会社を退職し、博士課程に入学しました。ただ、その際私の中でどうしてもやらねばならぬことがありました。

4. カナダでの生活

自分の将来の夢。それはマイホームを建てること。就職活動当時、面接官に志望動機を尋ねられ、「将来自分の家を建てるために家の構造を知りたいから」と答え、「我が社で勤務すればほとんどの社員が建てれるよ。」とあっさり返答されました。面接官にはマイホームを購入したいと思われたのでしょう。学生時代の貧乏生活で身に染み着いた「お金は無いが体を動かそう！」のmottoをかかげる自分としては是非自作ハウスに住みたいという思いが強く、家好きの面接官とその話題で大いに盛り上がったことを今でも覚えております。その後、素人でも建てれる家をキーワードに様々な本や雑誌を読みあさり、第一候補にあがったのがログハウスでした。

退職後真っ先に向かったのが大学ではなくカナダ。格安でログハウスの作り方を教えてもらえるスクールをインターネットで見つけ、引っ越し荷物を送った足で飛行機に乗り込みました。向かった先はオンタリオ州。近隣の町まで車で1時間もかかる森の中にあるログビルダー養成学校。湖の凍る中、近くのキャンプ場に3ヶ月間泊まり込んで、チェーンソー一本で建てるログハウス作りを学んで帰ってきました。そこでは世界各地からやってきたログハウス狂の猛者ども20名と毎日チェーンソーを振り回し、外装までしかできませんでしたが、実際に販売されるログハウス1棟を製作して帰ってきました。



写真 製作中のログハウスを背景に仲間たちと

5. 博士課程から現在へ

話はかなり脱線しましたが、無事にスクールを卒業した後、Myチェーンソーを空港で没収されながらも何とか帰国し、本格的に2度目の学生生活がスタートしました。私の学位論文は、木科学情

報誌¹⁾で既に紹介させて頂きましたが、木材乾燥に伴うマイクロクラックの発生メカニズム解明に関する研究を行いました。木材を乾燥させると割れが発生することは一般に知られておりますが、ミクロな世界を覗いてみると、その割れが発生するまでに無数のマイクロクラックが木口面に発生していることが分かりました。そしてこのマイクロクラックの発生形態は木材の組織構造に影響することが分かりました。この無数のマイクロクラックがどのように相互作用して大きな割れに進展していくのか、板目面や柱目面でも同様の現象が発生しているのか、どのような水分条件で発生するのか等まだまだ研究課題が残されております。

学位取得後は、継続してマイクロクラックの研究を行いながら河川および海域で発生する流木の利活用を目的とした性状評価に関する研究を行いました。河川で発生した流木内部にどの程度土砂が混入しているのか、丸太を海水に8週間程度浸漬するとどの程度内部まで海水が浸入するのかをSEM-EDXA法で明らかにしました。

その後半年間、森林総合研究所にてスギ花粉飛散防止プロジェクトに関する研究に従事し、雄花の発達過程および雄花に感染する微生物の形態を光学顕微鏡や電子顕微鏡で観察しました。

そして、現在は母校である九州大学に再び戻り、木質資源工学分野の助教として仕事をしております。今後の研究の目標は、これまでの基礎研究の経験、社会人あるいはカナダでの木材利用の体験を活かして、基礎から応用まで幅広く研究を行い、新しいことにチャレンジしながら木質材料の利用向上につなげていきたいと思っております。大変未熟ではありますが皆様のご指導、ご鞭撻をどうぞよろしくお願い致します。もちろん、My log houseの夢も追いかけて行きたいと思っております。いつしか皆様にお披露目できる日が来ることを願っております。

最後になりましたが、このような執筆の機会を与えて頂いた方々、九州大学で温かく指導して頂いた先生方、そして九州の地で再び仕事の機会を与えてくださり、応援して頂いた多くの方々にこの場をおかりして深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 阪上宏樹：木科学情報 16(1), 10-13 (2009)
(さかがみ ひろき：九州大学大学院農学研究院)

[編集後記]

木科学情報第 18 巻 2 号をお届けします。

本年度のはじまりにあたり、未曾有の大災害となりました東日本大震災でお亡くなりになられた方々のご冥福をお祈りいたします。また、被災された方々とそのご家族には、心よりお見舞いを申し上げます。一日も早い復旧・復興を願うとともに、遠く九州に住む私たちも、日本を元気にする「木づかい」「木々ろづかい」を広めてまいりましょう。

本号では、今夏開催の日本木材学会九州支部大会（鹿児島）実行委員長の西野先生に巻頭言をいただきました。九州新幹線の全面開通により、鹿児島はホントに近くなり、九州がぎゅっと縮まったような感じがします。ぜひ、夏は鹿児島で、β-グルコシダーゼ?!でおいしくなった焼酎を片手に、木科学を語らしましょう。

総説・主張では、九州大学の藤田先生・原田さんの師弟コンビから、共役七員環化合物について解説していただきました。植物の二次代謝産物は、最近では医薬・創薬分野でも注目されており、六角形じゃなく七角形の化合物の今後の展開に夢が広がります。

ミニレビューでは、博士号とりたてほやほやの小瀬博士から、最先端のセルロースナノファイバー研究を紹介いただきました。水鉄砲で、硬いセルロースを優しく解きほぐすなんて、科学の切り口ってホントに無限ですね。今後の活躍を期待しています。

トピックスでは、震災で開催が危ぶまれました第 61 回日本木材学会大会について、九大の横田先生から報告いただきました。祝賀関係を一切取りやめ、研究発表のみの大会でしたが、過度の自粛ムードに押し流されることなく、学会としての最低限の責務を果たす意味では、開催されて良かったと感じています。

最後に、九州支部の新会員として、九州大学の阪上先生から新任のご挨拶をいただきました。ユニークな人生観とご経歴から、型に当てはまらない人生の切り拓き方を学びました。今後とも、九州支部にご助力いただければ幸いです。

木科学情報は九州支部の「今」の情報を発信しています。支部がどんどん活発になるよう広報活動を頑張りますので、今後ともよろしく願いいたします。

北岡 卓也

[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/kika.html>

木科学情報 18 巻 2 号

2011 年 6 月 15 日発行

編集人 近藤 隆一郎
発行人 目黒 貞利

発行所 日本木材学会九州支部
〒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。

