



「複合化」と「交流」による木質材料の機能化[†]

杉村 和紀*

Functionalization of Woody Materials by “multi-composition” and “interaction/collaboration”[†]

by

Kazuki SUGIMURA*

この度、木質材料部門委員会のご推薦により、会員便りの記事を執筆する機会をいただきました。また今年度より、木質材料部門委員会の庶務幹事を仰せつかっております。学位を取得して間もない若輩者ではございますが、本稿では私の略歴と研究内容について紹介させていただくとともに、木質材料研究に対する自身の抱負を簡単に記したいと思います。

環境問題へのアプローチに関心を持って京都大学農学部森林科学科に入学した私は、学部4年次の研究室配属で、西尾嘉之先生（現・京大名誉教授）の複合材料化学研究室を選択しました。ここでは、『木材とその構成成分（セルロース・リグニンなど）、関連する多糖類、脂質などの各種生物由来素材の生来特性を活用し、さらに異種素材（ポリマー・オリゴマー・無機物）との微視的な複合化手法を駆使することで、環境調和型材料の構築ベースとして発展させる』というコンセプトのもと、“モダンな”生分解性プラスチック、液晶光学材料、磁性材料などの高性能材料の創製といった精力的な研究が行われています（図1）。配属して間もなく、汎用セルロースエステル誘導体の諸物性の改変と高機能化を目的とした『ビニルポリマーとのポリマーブレンドにおける相溶化挙動と分子間相互作用の評価』を研究テーマにいただき、学部生時代から修士、博士後期課程を通して、セルロースエステルの置換度とビニルポリマーの共重合組成を試料パラメーターとした相溶マップの作成に明け暮れました。幅広い組成の試料とそれらのブレンドフィルムを作製して逐次熱分析に供するという、大変労力のいる内容でしたが、自分オリジナルの成果を見いだせたことは、大きな自信となりました。セルロース誘導体のエステル側鎖長が僅かな炭素1つ分違うだけで、相溶領域とその駆動力は大きく変化します。特に興味深いことに、側鎖炭素数3以上のセルロースエステルを用いたブレンド系では、ビニル共重合体の構成モノマー間の反発力に由来する他成分との間接的引力効果によって、“相溶の窓”（miscibility window）と呼ばれる特異な相溶領域が顕在化しました。この現象は、溶液粘度測定から算出される各成分セグメント間の相互作用パラメーターの定量化によって、うまく説明することができました。応用展開の一例として、

ブレンド成分の構造パラメーター（置換度・共重合組成）とブレンド組成を適宜選択することで、変形によって分子が配向しても複屈折の生じない“力学的には異方性（延伸方向に高強度）であるが、光学的には等方性のゼロ複屈折フィルム”の作製に成功しています。

また、学位取得直後に開催されました木質材料部門委員会の定例研究会にお呼びいただき、博士論文の内容について講演いたしました。「非常に仲が悪い2人の研究員ペアと無口な上司から成るチームのプロジェクトは、意外と成功する」といった人間関係に例えて、セルロース系ブレンドの相溶化挙動と分子間相互作用を面白おかしくお話しさせていただきました。このときの縁で、「木質材料部門の運営委員会に」とお声がけいただいたのだと感謝しております。

その後、幸運にも、2016年より西尾先生に助教として採用していただきました。引き続き、セルロースエステル/ビニルポリマーから成るブレンド系の相溶性を評価するとともに、直近では、上記の miscibility window 発現に関与するモノマーユニット間の反発力を利用した“ブロック共重合体化によるマイクロ相分離構造の制御”に取り組んでいます。さらに、複合化する異種成分にバイオミネラルや磁性ナノ粒子といった無機成分を選択し、セルロース系多糖誘導体の分子性液晶やセルロースナノクリスタル（CNC；セルロース繊維の酸加水分解処理により単離される棒状微結晶）のコロイド分散性液晶の異方性フィルムをベースとした新規の有機-無機ハイブリッド材料の創製と特性化についても、基礎および応用研究を進めています。

さて、木材は“量的に豊富でリニューアブル”かつ“環境・生体適合性に優れるクリーン”な生物由来資源（バイオマス），“高分子複合材料”といった様々な側面を持ち合わせています。また“階層構造体”として、バルク体レベル（ $\geq 10^2$ m）に始まり、マイクロフィブリル・分子集合体レベル（ $10^7 \sim 10^9$ m）、さらには単分子レベル（ $10^9 \sim 10^{10}$ m）に至る各階層構造に応じた種々のユニークな特性を有しています。木質材料は、建築材料や衣料繊維、化成品、製紙原料といった幅広い分野で古くから利用されてきた身近な材料です。持続可能な環境調和型社会の構築がクローズアップされる現在、「未利用のまま廃棄されている間伐材、製材時の端材や鋸屑などの木質バイオマスを、如何にして高機能・高性能な木質（複合）材料へと変換できるか」については、まだまだ若手研究者が頑張らなければなりません。新規な機能材料の設計開発には、木質バイオマスの天賦の特性を十分に理解して活用するとともに、異種素材との複合化ならびに他部門の研究者の方々との協力・連携が必要となるでしょう。様々な角度からのアプローチによって、“有用素材との複合化”と“ヒトとの交流”を軸に、木質材料研究に取り組んでいこうと思います。今後とも皆さまのご指導ご鞭撻を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。

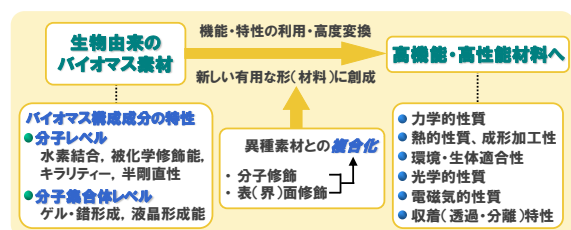


図1 著者の所属研究室におけるコンセプト
研究室 HP (<http://www.fukugou.kais.kyoto-u.ac.jp>) より引用

[†] 原稿受理 平成 年 月 日 Received

* 正 会 員 京都大学大学院農学研究科 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502