

第 26 回日本木材学会奨励賞
「リグニンの形成と化学構造に関する基礎研究」

京都大学大学院農学研究科
(現京都大学生存圏研究所)
飛松 裕基

このたび栄えある日本木材学会奨励賞を授与されたこと、大変嬉しく、光栄に思っております。推薦くださいました京都大学の高野俊幸先生、審査・選考に関わられた木材学会幹部の皆様、厚く御礼申し上げます。

私は、2003 年に京都大学農学部生物機能科学科生物材料化学分野に卒論生として配属されて以来、今日に至るまで、木材の主要成分であるリグニンの研究を続けてまいりました。大掴みな研究タイトルをつけさせていただきましたが、一貫して、リグニンという物質が、様々な植物の、様々な器官・組織の中で、どのような構造をして、どのように作られるかということをも明らかにしたく、研究に没頭してまいりました。

京都大学における博士論文研究においては、中坪文明先生ならびに高野俊幸先生ご指導のもと、合成化学のスキルを使って、他グループとは違うことをしてみようと、化学修飾したモノリグノールを活用したリグニンの生合成研究を始めました。親水的なモノリグノール配糖体の均一系リグニン重合反応を利用して、実験室におけるリグニン重合反応のリアルタイム解析に成功し、その解析法を利用した重合反応の分析から、シリングル型リグニンの生成機構などについて、新知見を得ることができました。博士課程を修了し、米国ウィスコンシン大学に移ってからは、同様のアプローチながら、研究の方向を少し変え、蛍光色素やケミカルレポータータグを導入したモノリグノールプローブを利用した植物体内におけるリグニン生合成過程のイメージング手法の開発に取り組みました。試行錯誤を繰り返し、合成したモノリグノールプローブが植物へと取り込まれたことを示す蛍光顕微鏡画像を目にした時の喜びは今も忘れられません。とはいえ、これまでの研究は、あくまでツールの開発とコンセプトの例証に留まるものと考えておりますので、今後は、これらイメージング手法を活用した生物学的応用研究にも力を入れていきたいと考えております。

ウィスコンシン大学では、John Ralph 先生ご指導のもと、様々な天然植物やリグニン合成遺伝子の機能が制御された形質転換植物で合成されるリグニンの構造研究にも携わり、幾つかの、それまで誰も見たことがない、風変わりな構造を持つリグニンの発見の瞬間に立ち会うことができました。中でも強く印象に残っているのは、米国ノーステキサス大学の Richard Dixon 先生ならびに Fang Chen 先生らと共同で行った、天然被子植物の種皮中で合成されるカテキル (C) リグニンの研究が挙げられます。その生合成の全容解明にはまだまだ至ってはおりませんが、C リグニンは、モノリグノール合成経路におけるたった一種の酵素（芳香核メチル化酵素）の機能が組織・発達段階特異的に失われることで生成することが、これまでの実験データから示唆されています。そのような緻密な代謝調節がどのように行われているのか、なぜ通常のグアイアシル/シリングル型リグニンに替えて C リグニンが合成されるのか、今後の研究の発展が楽しみでなりません。

一方、リグニン生合成の“plasticity”に基づき、パルプ化やバイオエタノール製造に有利なリグニンを合成する遺伝子組換え植物の作出を最終目標に、各種非天然リグニン前駆体の細胞壁リグニンへの取り込みと、細胞壁の脱リグニンおよび酵素糖化性の促進効果について、トウモロコシ培養細胞系を利用したモデル実験も行ってまいりました。その結果、ケイ皮酸エステル誘導体や特定のフラボノイド類を部分的にリグニンに導入することで、リグニンがごく温和なアルカリ前処理で水溶化され、引き続き多糖残渣の酵素糖化も大きく促進されることを示しました。残念ながら、私自身が参画したプロジェクトでは、実際の形質転換植物を作出するまでには至りませんでした。昨年あたりから、同様のコンセプトに基づき、異種遺伝子発現により非天然リグニン前駆体を細胞壁リグニンへと導入した組替え植物が報告されるようになってきており、リグニンの代謝制御研究も新たな局面を迎えているように感じます。

最後になりましたが、常に寄り添い、親身に、忍耐強く、ご指導賜りました、中坪文明先生、高野俊幸先生、John Ralph 先生、梅澤俊明先生の四人の恩師をはじめ、研究を進めるに当たってお世話になった多くの方々、支え続けてくれた家族に、深い感謝の意を表します。今度とも、ご指導・ご鞭撻を賜りますよう、どうぞよろしく願いいたします。